

ISSN 0253-9209  
DOI: 10.6991/JTLR

# 畜產研究

第五十五卷 第三期 中華民國一一一年 九月 季 刊

## JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

Vol. 55 No. 3 September 2022



行政院農業委員會畜產試驗所

LIVESTOCK RESEARCH INSTITUTE,  
COUNCIL OF AGRICULTURE, EXECUTIVE YUAN

# 畜產研究編審委員會

主任委員：黃振芳

審查委員：丁詩同 方珍玲 王佩華 王尚禮 王紓愍 王淑音 王勝德 成游貴  
朱有田 朱志成 余 祺 余 碧 吳信志 吳勇初 吳錫勳 李固遠  
沈朋志 阮喜文 周明顯 林旻蓉 林俊臣 林義福 林德育 姜樹興  
施宗雄 施意敏 唐品琦 徐阿里 徐濟泰 張秀鑾 張菊犁 梁筱梅  
章嘉潔 莊士德 許振忠 許福星 郭卿雲 郭猛德 陳仁炫 陳文賢  
陳志峰 陳宗禮 陳明造 陳洵一 陳秋麟 陳綵慈 黃文理 黃英豪  
楊鎮榮 葉茂生 廖仁寶 廖宗文 劉世賢 劉秀洲 劉振發 劉登城  
鄭裕信 盧虎生 盧啟信 蕭庭訓 蕭振文 謝清祥 謝豪晃  
(以姓名筆劃為序)

編輯委員：林幼君 林德育 王斌永 洪哲明 郭卿雲 陳立人 廖仁寶  
(以姓名筆劃為序)

---

## JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

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

### EDITORIAL ADVISORY BOARD:

S. T. DING	C. L. FANG	P. H. WANG	S. L. WANG	S. M. WANG
S. Y. WANG	S. D. WANG	Y. K. CHENG	Y. T. JU	C. C. CHU
C. YU	P. YU	H. C. WU	Y. C. WU	H. H. WU
G. Y. LI	P. C. SHEN	S. W. ROAN	M. H. CHOU	M. J. LIN
C. C. LIN	Y. F. LIN	D. Y. LIN	S. H. CHIANG	C. H. SHIH
Y. M. SHY	P. C. TANG	A. L. HSU	C. T. HSU	H. L. CHANG
C. L. CHANG	H. M. LIANG	C. C. CHANG	S. T. CHUANG	C. C. HSU
F. H. HSU	C. Y. KUO	M. T. KUO	J. H. CHEN	W. S. CHAN
C. F. CHEN	C. L. CHEN	M. T. CHEN	H. I. CHEN	T. L. CHEN
T. T. CHEN	W. L. HUANG	I. H. HWANG	J. R. YANG	M. S. YEH
R. B. LIAW	C. W. LIAO	T. C. LIU	H. C. LIU	J. F. LIOU
S. S. LIU	Y. S. CHENG	H. S. LUR	C. H. LU	T. H. HSIAO
J. W. SHIAU	C. H. HSIEH	H. H. HSIEH		

### EDITORS:

Y. C. LIN	D. Y. LIN	B. Y. WANG	C. M. HUNG	C. Y. KUO
L. R. CHEN	R. B. LIAW			



---

## 畜產研究

編者：行政院農業委員會畜產試驗所

發行人：黃振芳

發行所：行政院農業委員會畜產試驗所

地址：臺南市新化區牧場 112 號

電話：(06) 5911211

網址：[www.tlri.gov.tw](http://www.tlri.gov.tw)

編輯\印製者：沐福商行

電話：0985-187287

出版日期：中華民國 111 年 9 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](http://www.govbook.com.tw)

GPN : 2005200015

ISSN : 0253-9209

DOI : 10.6991/JTLR

# 畜產研究

第 55 卷第 3 期

中華民國 111 年 9 月

## 目 錄

	頁
1. 熱季提供隧道牛舍夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛健康與性能之影響 .....張俊達、范耕榛	157
2. 生長期褐色菜鴨飼糧蛋白質與能量濃度對其產蛋性能之影響 .....林榮新、林育安、曾再富、蘇晉暉、劉秀洲、鄭智翔	166
3. 不同離乳模式對仔豬生長性能之影響 .....王錦盟、劉芳爵、李秀蘭	173
4. 高產蛋數臺灣土雞近親品系台畜一號之選育 ...林德育、賴永裕、蔡銘洋、劉曉龍、洪哲明、朱家德、張秀鑾、吳明哲、曾淑貞	180
5. 品種、期作及生育期對大豆作為芻料之影響 .....朱明宏、林汶鑫	193
6. 飼糧添加艾草與左手香粉末對黑絨烏骨雞公雞生長、血液及屠體性能之影響 .....蔡銘洋、劉曉龍、林正鏞、林義福、黃郁容、洪國翔、洪哲明	200
7. 阿爾拜因山羊生乳中懷孕相關醣蛋白濃度與分娩頭數之關係 .....楊明桂、蘇展樑、林宗毅、涂柏安	213
8. 貨櫃型乾草倉貯改良與排濕效果測試 .....陳嘉昇、劉信宏、游翠凰	221

# 熱季提供隧道牛舍夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛健康與性能之影響<sup>(1)</sup>

張俊達<sup>(2)(3)</sup> 范耕榛<sup>(2)</sup>

收件日期：111 年 2 月 16 日；接受日期：111 年 7 月 25 日

## 摘 要

本試驗探討在夏季高溫高濕下提供夜間舍外運動場對飼養於隧道牛舍荷蘭乳牛腳蹄健康與泌乳性能之影響。試驗於 2021 年 6 至 8 月份進行 90 天，將 24 頭泌乳量平均 26.5 kg 的荷蘭乳牛隨機分成 2 組，分別為對照組（全天候飼養於隧道牛舍內，有風扇、噴霧與噴水降溫）及處理組（白天飼養於隧道牛舍內，夜間飼養於舍外運動場）。試驗測定牛舍全期環境參數（溫度、濕度以及計算 THI）與泌乳量，並每 30 天測定牛隻行動分數、乳成分及牛隻血液生化值。試驗結果顯示，試驗期間大氣 THI 平均  $78.9 \pm 3.03$  牛舍內全天空平均 THI 為  $75.9 \pm 1.7$ ，室外夜間舍外運動場平均 THI 為  $74.5 \pm 1.5$ 。提供夜間舍外運動場 90 天後有降低牛隻行動分數之趨勢（2.34 vs. 2.04,  $P = 0.16$ ），雖牛隻泌乳量、乳成分及血液生化值不受影響，但是提供夜間舍外運動場 90 天可有效降低 60% 乳房炎發生率。綜上所述，於國內熱季的高 THI 下（平均約 76）提供夜間舍外運動場供牛隻活動，有改善牛隻腳蹄與乳房健康及動物福利之效果，不會影響泌乳性能，同時也可能減低廢棄乳的損失，因此推薦為舒緩荷蘭泌乳牛夏季熱緊迫方法之一。

關鍵詞：熱緊迫、舍外運動場、荷蘭泌乳牛、溫溼度指數、隧道牛舍。

## 緒 言

臺灣地區熱季期間長，且多為高溫與高濕氣候，對酪農都是需要去面臨的一項挑戰。溫濕度指數 (temperature-humidity index, THI) 為利用氣溫及相對濕度結合之計算值，可用來警示家畜生產業及運輸業者家畜受熱緊迫之狀況 (Harrington and Bowles, 2004)。當氣候在高溫及高濕結合時，限制牛隻散去過多之體熱，此對家畜形成熱緊迫 (Hahn *et al.*, 2001; Mader, 2003)。相較於較涼爽的季節，泌乳牛在熱季或較溫暖的季節期間，其發生跛腳 (lameness) 的比例較高 (Sanders *et al.*, 2009; Madadzadeh *et al.*, 2013)。牛隻跛腳會造成產乳量降低、降低繁殖表現、高淘汰 (culling) 速率及增加獸醫治療成本 (Cha *et al.*, 2010)，對酪農來說可是一項重大經濟損失。由於國內土地面積的限制且國內乳牛飼養環境多為自由式牛舍設置牛床的集約飼養，長期生活於堅硬的牛舍水泥地面上，致使蹄病成為牛隻淘汰主因之一，因此，在高溫高濕環境下如何提供一個較友善的飼養環境以延長乳牛使用年限，是國內酪農當前需要面對努力改善的問題。行動分數 (locomotion score) 是用於了解牛隻行動質量 (locomotion quality) 的一種評分方法，通常用於將牛隻分類為跛行 (lame) 或非跛行 (nonlame)。因此行動分數的評分可被用來作為牛隻腳蹄健康與飼養管理調整的重要工具之一 (Why, 2002)。大多數行動分數評分方法使用 1 至 5 分制，觀察 3 到 5 個性狀，包括不對稱的步態 (asymmetric gait)、不願承擔重量 (reluctance to bear weight)、背部拱起 (arched back)、頭部擺動 (head bobbing) 及前後腳追蹤點 (tracking up)(Schlageter-Tello *et al.* 2014)。

因此，本試驗探討在 THI 下 ( $> 72$ ) 將荷蘭泌乳牛於飼養期間提供夜間舍外運動場，探討對牛隻腳蹄健康、泌乳性能及血液生化值之影響，以期建立熱季時泌乳牛友善飼養模式。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2711 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

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



## 材料與方法

本試驗動物之使用、飼養及實驗之內容皆依據行政院農業委員會畜產試驗所(以下簡稱畜試所)實驗動物照護與使用小組之審查同意文件(編號 110-11)及試驗準則進行。

### I. 試驗動物飼養環境

本試驗於 2021 年 6 月至 8 月期間進行,乳牛飼養在畜試所產業組隧道式負壓抽風牛舍,為單排式長型自由牛舍(簡稱隧道牛舍),內部長寬高分別為  $50\text{ m} \times 15\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ ,每頭試驗牛可活動空間為  $9\text{ m}^2$ ,地面材質為水泥地面,以 2.5 m 高的輕鋼架天花板與兩側捲簾形成隧道,牛舍長巷底端由 16 臺風扇(48 吋,1 馬力,6 葉片,抽氣量  $32,000\text{ m}^3/\text{h}$ )進行抽氣,相對牆面為不鏽鋼鐵網並於鐵網向內 30 cm 處設置以馬達啟動的兩排噴霧設備(每排裝設 20 個噴頭,共計 40 個噴頭),為維持舍內通氣,牛舍內隨時最少啟動 8 臺風扇,當舍內溫度高於  $26^\circ\text{C}$  時,環境監測電腦系統即同時啟動噴霧抽水馬達及抽風風扇,每增加  $0.8^\circ\text{C}$  即再啟動兩臺風扇,最多到 14 臺風扇,預留兩臺讓風扇可輪流休息。另設置噴水降溫系統於採食區牛隻頸部上方,且參考 Shiao *et al.* (2011) 降溫程序每日於 8:00 – 8:30、9:00 – 9:30、10:00 – 10:30、15:50 – 16:20、16:50 – 17:20、17:50 – 18:20、22:00 – 22:30 與 23:00 – 23:30 進行噴水降溫,共 8 次時段,每次 6 循環,每循環 5 min(包括噴水 1 min,停 4 min)。另提供夜間舍外運動場(除了採食站立區有長 25 m 及寬 4 m(面積為  $100\text{ m}^2$ )水泥地面外,其餘皆為泥土地,並有樹木植栽)與採食走道(架設遮陽棚);運動場面積  $1,224\text{ m}^2$ ,因此每頭牛於舍外運動場活動空間為  $102\text{ m}^2$ (試驗組 12 頭)。

### II. 試驗動物及飼養管理

選擇泌乳中期荷蘭乳牛 24 頭分兩組進行試驗,其中 12 頭全天飼養於隧道牛舍內(對照組),另 12 頭(試驗組)白天飼養於牛舍內,並於下午(約 15:45)擠完乳後移至舍外運動場,持續至隔日清晨時段(04:45)擠完乳後再移回牛舍,連續進行 90 天。試驗採完全隨機設計並參考牛隻乳量、胎次、泌乳天數及體重分組,試驗開始前對照組牛群性能為行動分數  $1.75 \pm 0.66$ 、乳量  $26.3 \pm 7.6\text{ kg}$ 、胎次  $1.4 \pm 1.1$  胎、泌乳天數  $168 \pm 45$  天及體重  $627 \pm 65.6\text{ kg}$ ;處理組則分別為  $1.71 \pm 0.45$ 、 $26.8 \pm 6.8\text{ kg}$ 、 $1.4 \pm 1.0$  胎、 $173 \pm 38$  天及  $638 \pm 94\text{ kg}$ 。泌乳牛飼糧依據美國 NRC (2001) 推薦提供營養需求,並以完全混合日糧(total mixed ration, TMR)進行配製,飼糧組成包括盤固乾草、苜蓿乾草、玉米青貯料、大豆殼粒、啤酒粕及以玉米一大豆粕穀類精料,飼糧每日配製兩次,分別於上午 07:00 配製 1/3 量,約 07:30 餵食及下午 15:00 配製 2/3 量,約 15:45 餵食,其中下午試驗組之 TMR 則供應於舍外運動場採食走道,兩組配製量供應牛群任食,飼糧組成如表 1,另以自動給水槽供乾淨飲水及鹽磚任食。試驗牛隻管理依本所乳牛試驗場標準作業進行,其中每年進行兩次護蹄作業,分別為 3 至 4 月及 9 至 10 月。若連續大雨兩日以上,則牛隻不放置於舍外運動場,試驗 90 天內有 11 日因雨而停止將牛隻置於戶外運動場。

### III. 測定項目

- (i) 環境參數:試驗期間大氣溫溼度紀錄採自本所氣象臺紀錄。牛舍內及舍外運動場分別放置各 3 組溫濕度感應器(HOBO MX-2301A pro RH/Temp, Onset Computer Corporation, MA, USA)。於試驗期間連續每隔 1 h 測定及記錄溫濕度一次,每週將資料轉錄至電腦中以進行牛舍與舍外運動場環境參數的累計與分析並計算 THI 值,THI 值以 National Oceanic and Atmospheric Administration (1976) 法計算,其公式  $\text{THI} = 9/5 \times T + 32 - 0.55 \times (1 - \text{RH}) \times (9/5 \times T - 26)$ , T 為氣溫( $^\circ\text{C}$ ); RH 為相對濕度(%)。

#### (ii) 牛隻性能表現

1. 牛隻行動分數:依據 Flower and Weary (2006) 評估方法採 5 分制,1 分是正常的腳蹄與步態,站立與行走時背脊保持水平一直線;2 分是輕微的蹄病,站立時背脊保持水平一直線,但是行走時背脊線呈現略微彎曲弧線;3 分是中等的蹄病,站立及行走時背脊線皆呈現彎曲弧線;4 分是典型蹄病,站立(重心前傾)及行走時背脊線呈現彎曲弧線;5 分是嚴重蹄病(跛腳),站立(痛腳不敢著地)及行走時(步伐蹣跚)背脊線呈現明顯彎曲弧線。於試驗開始時與進行後 30、60 及 90 天進行評估一次,由相同 2 位測量員進行評分後平均。
2. 產乳量與乳樣分析:每日擠乳兩次,分別為清晨 4:30 與下午 15:45,由電腦記錄個別牛隻泌乳量。於試驗開始時與每 30 天採集個別牛隻乳樣兩天,混合個別牛各日上下午乳樣後,送至畜試所新竹分所乳品檢驗室,以多功能快速乳製品成分分析儀(MilkoScan™ FT+, Denmark),分析乳脂率、乳糖率、乳蛋白質率、無脂固形物率、總固形物率、尿素氮以及體細胞數,試驗期間並記錄牛隻乳房炎發生率。

3. 血液生化值分析：試驗期間每 30 天採集個別牛隻血液，以不含抗凝劑之採集管經尾靜脈採集血液 10 mL，靜置後於 4°C 下以 3,000 × g 離心 15 min 後取得血清，冷凍保存供爾後使用。採用 Roche 公司全自動血液分析儀 (Cobas C-702, Germany) 測定血中尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、膽固醇、麩胺酸草乙酸轉胺酶 (glutamic oxaloacetic transaminase, GOT)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvic transaminase, GPT)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, AP) 及肌酸磷酸激酶 (creatinine phosphate kinase, CPK) 之濃度或活性。

表 1. 荷蘭泌乳牛運動場試驗之飼糧組成與營養成分 (乾基, %)

Table 1. Diet formula and nutrient compositions fed to Holstein lactating cows in exercise ground trial (Dry matter, %)

Item	%
<b>Ingredients</b>	
Corn silage	23.65
Pangolagrass hay	3.66
Alfalfa hay	9.25
Brewer's grain, wet	9.91
Soybean hull, pellet	16.38
Wheat bran	4.65
Corn, ground	18.54
Soybean meal, 43% CP	9.40
Fish meal, 60% CP	1.04
Molasses	0.68
Salt	0.37
Limestone	0.74
Dicalcium phosphate	0.15
Potassium carbonate	0.37
Sodium bicarbonate	0.55
Urea	0.37
Premix <sup>1</sup>	0.29
Total	100.00
<b>Compositions, % of DM</b>	
Crude protein, %	17.2
Neutral detergent fiber, %	42.1
Acid detergent fiber, %	25.7
Calcium, %	0.8
Phosphorus, %	0.4

<sup>1</sup> Each kilogram of premix contains: Vit. A, 10,000,000 IU; Vit. E, 70,000 IU; Vit. D<sub>3</sub>, 1,600,000 IU; Cu, 10 g; Zn, 40 g; I, 0.5 g; Se, 0.1 g; and Co, 0.1 g.

#### IV. 統計分析

THI 以每日平均值 ± 標準偏差表示。其餘試驗所得資料以統計分析系統套裝軟體 SAS (2002) 進行一般線性模式分析，本試驗顯著水準訂為  $P < 0.05$ 。

## 結果與討論

圖 1 為試驗期間 (90 日) 大氣、牛舍內 (24 hrs) 與牛舍舍外運動場 (16:00 – 04:30) 之平均 THI 變化。牛舍整天的 THI 為  $75.9 \pm 1.7$ ，而試驗期間每日 16:00 至隔天 4:30 所測得的舍外運動場 THI (平均為  $74.5 \pm 1.5$ ) 較牛舍內同時間所測得的平均  $75.7 \pm 1.5$  減少 1.2 單位。由於隧道牛舍的濕氣較舍外運動場高，使得夜間牛舍內的 THI 較舍外運動場高，是否加強隧道牛舍內之抽風設備以提升風速與空氣交換速度來改善夜間舍內 THI 值得進一步研究。大氣 THI 資料顯示臺南地區於 2021 年 6 月至 8 月份牛隻處於低度至中度熱緊迫環境 (THI 介於 74 至 84)，牛隻飼養於牛舍與夜間時仍處於低度熱緊迫環境 (THI 介於 72 至 78)。且研究報告也指出，於熱季期間畜舍即使使用降溫設

備，牛隻仍遭受熱緊迫 (Shiao *et al.*, 2011)，因此夜間可至舍外運動場採食與活動，應有減輕熱緊迫之效果。

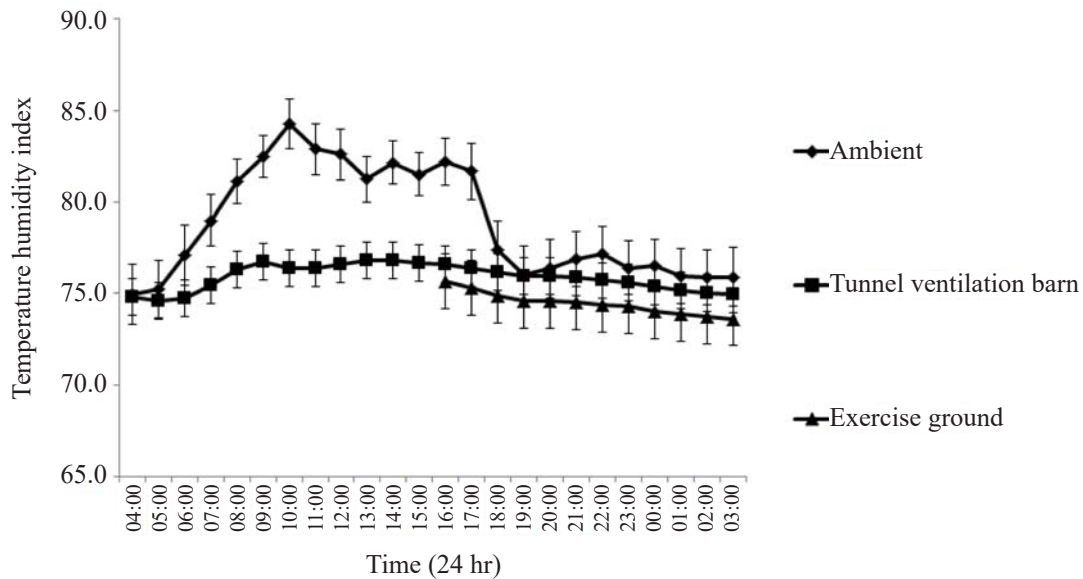


圖 1. 荷蘭泌乳牛運動場試驗期間大氣、牛舍與舍外運動場 2021 年 6 至 8 月每日溫濕度指數變化 (90 日平均值 ± 標準偏差)。

Fig. 1. Diurnal temperature-humidity index changes of air, tunnel-ventilated barn and exercise ground during the trial from June to August 2021 in the exercise ground trial for Holstein lactating cows (means ± SD of 90 days).

圖 2 為熱季時 (THI ≈ 75) 下提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛行動分數的影響。雖然試驗統計結果無顯著差異，但是提供夜間舍外運動場有減緩行動分數上升之趨勢，全天舍飼與再提供夜間舍外運動場兩組牛隻 60 天分數評估，由試驗開始後 30 天的 1.79 vs. 1.76 ( $P > 0.05$ ) 分別上升至 2.03 vs. 1.89 ( $P > 0.05$ )；試驗第 90 天由試驗開始後 60 天的 2.03 vs. 1.89 再分別上升至 2.34 vs. 2.04 ( $P = 0.16$ )。兩組於試驗後行動分數皆增加的原因可能是因為對照組全天飼養於牛舍水泥地面，而提供夜間舍外運動場的牛群也僅有夜間於舍外運動場活動，其餘白天皆飼養於牛舍。因此以每 30 天牛隻行動分數增加幅度顯示，有提供夜間舍外運動場的以平均 0.14 幅度增加，而對照組則是以平均 0.29 幅度增加。推測於夜間提供舍外運動場可能有助減低牛隻腳蹄壓力、增加運動量、減少蹄底厚度及蹄壁角質裂傷，使牛隻行動分數之增加減緩。Chapinal *et al.* (2010) 將 50 頭荷蘭達機分成整天待在畜舍內 (對照組) 或白天待在畜舍內，晚上 20:00 至隔天上午 06:30 則移至放牧區域 (試驗組，放牧區域為 12 公頃)，結果指出夜間放牧 (overnight pasture) 可以改善蹄淨生長率 (hoof net growth rate)，作者也建議白天飼養在畜舍內，在不影響泌乳牛健康與生產力情況下，夜間提供泌乳牛放牧為宜。相較於飼養在舍內，泌乳牛以放牧形式飼養，使牛群站立時有較舒適的土壤地面，進而減少腳蹄壓力，使牛隻改善行動分數，最後提升牛群福利 (Bergsten *et al.*, 2015)。Hernandez-Mendo *et al.* (2007) 指出放牧一段時間可以改善腳蹄健康，因為放牧可提供柔軟且舒適的地面即可提供腳蹄有平均的壓力，讓腳蹄恢復並減少進一步的腳蹄損傷且軟土的摩擦水平 (friction level) 也可降低泌乳牛滑倒的風險。本試驗期間並未遇到颱風，但是長期受到西南氣流影響使得臺南地區長期降雨，使得舍外運動場在夜間 THI 較低，再加上風速，太陽輻射等因素 (Huber, 1996)，可能使得牛隻於夜晚階段除了採食需進入採食區外，其餘時間牛隻傾向到舍外運動場進行休息等，因而造成減緩腳蹄壓力進而降低行動分數。

熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛產乳量的影響如圖 3，試驗結果顯示提供夜間舍外運動場並不會顯著影響產乳量。Chapinal *et al.* (2010) 將泌乳牛群進行夜間放牧，結果發現並未對飼糧採食量與產乳量產生影響。本試驗所有參試牛群的乳脂率、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形物率、尿素態氮及體細胞數等乳成分，也皆不受夜間運動場活動影響 (表 2)。但是 90 天後提供夜間舍外運動場可降低 60% (對照組發生 5 頭，試驗組發生 2 頭) 的乳房炎發生。試驗組在提供夜間舍外運動場後 70 天發生 2 頭乳房炎，是因為試驗期間持續下雨長達一週，考量場地過於泥濘，因此連續停止一週，在停止期間即有 2 頭泌乳牛在舍內發生乳房炎，顯示潮濕與舍飼似乎非常容易導致乳房炎的發生。然而乳牛發生乳房炎會增加廢棄乳的產生，使得酪農減少獲利，因此熱季期間泌乳牛透過夜間提供舍外運動場來減少乳房炎的發生可能是一個可行的飼養模式之一。雖然本試驗體細胞數在試驗後 60 及 90 天各處理組間無顯著差異，但是試驗組乳中體細胞數分別在試驗後 30、60 及 90 天則分別減少 9.9、13.6 及 25.5%。Goldberg *et al.* (1992) 指出，相較長期飼養於室內，放牧的泌乳牛群有較少的乳房健康問題，Washburn *et al.* (2002) 研究報告也指



出，放牧牛群的臨床乳房炎案例較長期飼養在室內泌乳牛群為低，因為放牧有多的躺臥空間，牛隻就有更大的機會避開彼此的私自空間與骯髒的躺臥區域。

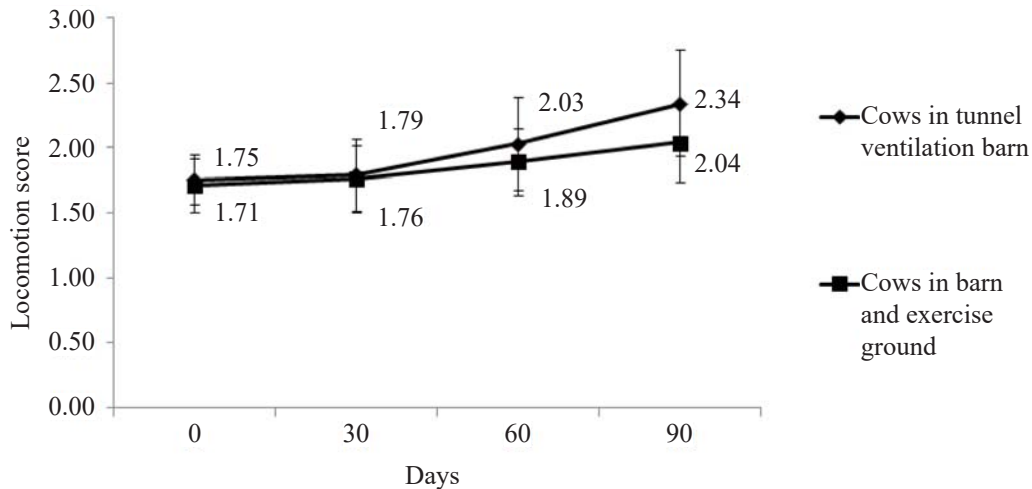


圖 2. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛行動分數的影響 (2021 年 6 至 8 月，THI 約 75，means  $\pm$  SD，n = 24)。

Fig. 2. Effect of offering exercise ground at night on locomotion score of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\cong$  75, means  $\pm$  SD, n = 24).

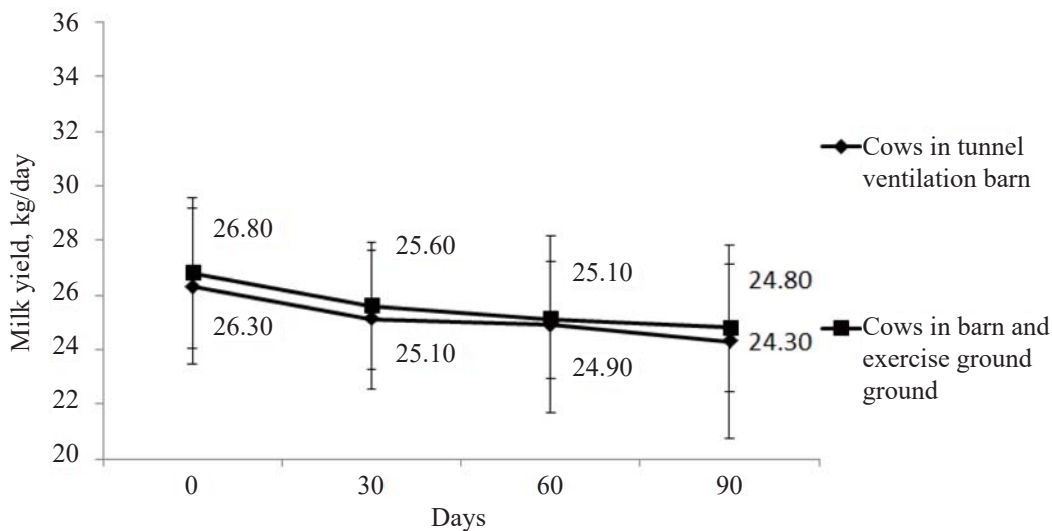


圖 3. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛產乳量的影響 (2021 年 6 至 8 月，THI 約 75，means  $\pm$  SD，n = 24)。

Fig. 3. Effect of offering exercise ground at night on milk production of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\cong$  75, means  $\pm$  SD, n = 24).

表 3 為熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛血液生化值之影響。結果指出提供荷蘭泌乳牛夜間舍外運動場並不會影響血清中 GOT、GPT、AP、BUN、total cholesterol 及 CPK 等活性或濃度。Chase (2006) 指出，當畜舍溫度大於 25°C 或 THI 值大於 72，牛隻即開始受到熱緊迫。本試驗血液生化值相近原因可能是因為不管是牛舍或舍外運動場其 THI 皆大於 72，且分布在 74 – 77 範圍，因此牛群在溫和的熱緊迫中。血中酵素可間接反應細胞損傷程度或正常細胞死亡的程度。正常情況下，酵素都會圍繞在細胞膜內且不容易通過細胞膜到達血中，但是在特殊情況下如緊迫，可能會改變細胞的滲透性，而使酵素釋出 (Kaneko and Hoffmann, 1997)。Kauppinen (1984) 指出，GOT 與 GPT 為肝細胞損傷 (hepatocellular injury) 的主要兩項指標。健康泌乳牛隻 (泌乳期 90 天至泌乳期結束) 之血中 GOT 與 GPT 數值分別推薦為  $44.91 \pm 6.93$  IU/L 與  $20.08 \pm 3.74$  IU/L (Stojević *et al.*, 2005)。本試驗之牛隻於 6 至 8 月份 (熱季時)，其血中 GOT (60 – 70) 與 GPT (23 – 27) 數值較 Stojević *et al.* (2005) 所述健康泌乳牛 GPT 與 GOT 數值為高，顯示有受緊迫現象。另雖然本試驗兩組間的 GOT 與 GPT 無顯著差異，但是有提供夜間運動場牛群的 30、60 及 90 天之 GOT 與 GPT 皆有較對照組為低的趨勢，顯示提供夜間舍外運動場可能有減緩牛隻緊迫之邊際效果。

表 2. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛乳成分的影響 (2021 年 6 至 8 月, THI 約 75)

Table 2. Effect of offering exercise ground at night on milk composition of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\cong$  75)

Items	Cows raised in		SEM	P
	Tunnel- venti-lated barn (24 h)	Barn + night ex-ercise ground		
No. cows	12	12		
	----- 30 days -----			
Fat, %	3.94	3.82	0.12	0.53
Protein, %	3.53	3.51	0.03	0.75
Lactose, %	4.72	4.60	0.24	0.44
Solid-not-fat, %	8.95	8.70	0.02	0.64
Somatic cells count, 10,000/mL	15.2	13.7	3.21	0.20
Mastitis, %	8.3 (1/12)	0 (0/12)		
	----- 60 days -----			
Fat, %	3.85	3.86	0.11	0.48
Protein, %	3.37	3.33	0.03	0.87
Lactose, %	4.75	4.82	0.23	0.43
Solid-not-fat, %	8.73	8.82	0.03	0.62
Somatic cells count, 10,000/mL	26.3	22.7	5.76	0.58
Mastitis, %	25 (3/12)	0 (0/12)		
	----- 90 days -----			
Fat, %	3.92	3.84	0.14	0.38
Protein, %	3.46	3.40	0.02	0.48
Lactose, %	4.71	4.69	0.25	0.62
Solid-not-fat, %	8.81	8.80	0.03	0.79
Somatic cells count, 10,000/mL	31.4	23.4	6.24	0.64
Mastitis, %	42 (5/12)	17 (2/12)		

表 3. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛血液生化值的影響 (2021 年 6 至 8 月, THI 約 75)

Table 3. Effect of offering exercise ground at night on blood chemistry of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\cong$  75)

Items	Cows raised in		SEM	P
	Tunnel- venti-lated barn (24 h)	Barn + night ex-ercise ground		
No. cows	12	12		
	----- 30 days -----			
Glutamic-oxaloacetic transaminase (IU/L)	66.7	64.2	7.51	0.31
Glutamate-pyruvate transaminase (IU/L)	27.2	23.5	2.75	0.16
Alkaline phosphatase (IU/L)	54.5	51.0	5.39	0.66
Blood urea nitrogen (mg/dL)	13.7	13.0	2.06	0.65
Cholesterol (IU/L)	135	154	16.5	0.23
Creatine phosphate kinase (IU/L)	229	184	45.4	0.54
	----- 60 days -----			
Glutamic-oxaloacetic transaminase (IU/L)	70.2	68.4	8.53	0.65
Glutamate-pyruvate transaminase (IU/L)	26.8	23.8	2.76	0.21
Alkaline phosphatase (IU/L)	32.3	35.0	4.99	0.68
Blood urea nitrogen (mg/dL)	11.8	12.5	2.17	0.85
Cholesterol (IU/L)	160.5	164.8	20.6	0.82
Creatine phosphate kinase (IU/L)	230	235	43.8	0.84
	----- 90 days -----			
Glutamic-oxaloacetic transaminase (IU/L)	64.2	60.3	7.86	0.55
Glutamate-pyruvate transaminase (IU/L)	26.2	24.1	2.94	0.25
Alkaline phosphatase (IU/L)	28.4	32.1	4.83	0.42
Blood urea nitrogen (mg/dL)	11.8	10.9	1.83	0.65
Cholesterol (IU/L)	120.4	128.5	20.4	0.55
Creatine phosphate kinase (IU/L)	112.4	115.1	54.3	0.76

## 結 論

於國內夏季 (6 – 8 月份, THI 74 – 77), 提供乳 26.5 kg 荷蘭泌乳牛隧道牛舍外, 再提供夜間舍外運動場 (兩次擠乳間 THI 降低 1.4), 有降低牛隻行動分數之趨勢, 且有效降低乳房炎發生率, 但不影響泌乳量、乳成分與血液生化值, 顯示夜間舍外運動場的設立有助維護牛隻腳蹄與乳房健康及提升動物福利, 因此推薦可作為降低乳牛夏季熱緊迫的方法之一。

## 誌 謝

本試驗承行政院農業委員會經費補助 [110 農科 -2.1.2- 畜 -L1(1)], 試驗期間承本所產業組一股同仁協助完成現場飼養管理, 謹致謝忱。

## 參考文獻

- Bergsten, C., J. Carlsson, and M. Jansson Mörk. 2015. Influence of grazing management on claw disorders in Swedish freestall dairies with mandatory grazing. *J. Dairy Sci.* 98: 6151-6162.
- Cha, E., J. A. Hert, D. Bar, and Y. T. Gröhn. 2010. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Prev. Vet. Med.* 97: 1-8.
- Chapinal, N., C. Goldhawk, A. M. de Passillé, M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Weary, and J. Rushen. 2010. Overnight access to pasture does not reduce milk production or feed intake in dairy cattle. *Livest. Sci.* 129: 104-110.
- Chase, L. E. 2006. Climate change impacts on dairy science. In: *Climate change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses*, held at March 7<sup>th</sup>, Baltimore, MD, USA.
- Flower, F. C. and D. M. Weary. 2006. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *J. Dairy Sci.* 89: 139-146.
- Goldberg, J. J., E. E. Wildman, J. W. Pankey, J. R. Kunkel, D. E. Howard, and B. M. Murphy. 1992. The influence of intensively managed rotational grazing, traditional continuous grazing, and confinement housing on bulk tank milk quality and udder health. *J. Dairy Sci.* 75: 96-104.
- Hahn, G. L., T. Mader, D. Spiers, J. Gaughan, J. Nienaber, R. Eigenberg, T. Brown-Brandl, Q. Hu, D. Griffin, L. Hungerford, A. Parkhurst, M. Leonard, W. Adams, and L. Adams. 2001. Heat wave impacts on feedlot cattle: Considerations for improved environmental management. pp. 129-130 in *Proc. 6<sup>th</sup> Int. Livest. Environ. Symp.*, Amer. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, USA.
- Harrington, Jr. J. A. and E. Bowles. 2004. A climatology of hourly THI values for livestock producers. In "14<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology", pp. 1-12. Seattle, WA: American Meteorological Society.
- Hernandez-Mendo, O. M., A. G. von Keyserlingk, D. M. Veira, and D. M. Weary. 2007. Effects of pasture on lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 1209-1214.
- Huber, J. T. 1996. Amelioration of heat stress in dairy cattle. In "Progress in Dairy Science", ed. C. J. C. Philips. Wallingford, UK: CAB International.
- Kauppinen, K. 1984. ALAT, AP, ASAT, GGT, OCT, activities and urea and total bilirubin concentrations in plasma of normal and ketotic dairy cows. *Zbl. Vet. Med.* 31: 567-576.
- Madadzadeh, T., M. Nouri, and I. Nowrouzian. 2013. Breed and season effects on the claw lesions of dairy cows in Ardebil, Iran. *Anim. Vet. Sci.* 1: 46-50.
- Mader, T. L. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81: E110-E119.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 1976. Livestock hot weather stress. Regional Operations Manual Letter C-31-76. US Dept. Commerce, National Oceanic and Atmospheric Admin., Natl. Weather Service Central Region, Kansas City, Missouri, USA.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th ed. Washington, DC: The National Academy Press.

- SAS. 2002. SAS User's guide: basics, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC., USA.
- Sanders, A. H., J. K. Shearer, and A. De Vries. 2009. Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 92: 3165-3174.
- Schlageter-Tello, A., E. A. M. Bokkers, P. W. G. G. Koerkamp, T. Van Hertem, S. Viazzi, and C. E. B. Romanini. 2014. Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: A review. *Prev. Vet. Med.* 116: 12-25.
- Shiao, T. F., J. C. Chen, D. W. Yang, S. N. Lee, C. F. Lee, and T. K. Cheng. 2011. Feasibility assessment of a tunnel-ventilated, water-padded barn on alleviation of heat stress for lactating Holstein cows in a humid area. *J. Dairy Sci.* 94: 5393-5404.
- Stojević, Z., J. Piršljn, S. Milinković-Tur, M. Zdelar-Tuk, and B. B. Ljubić. 2005. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet. Arhiv.* 75: 67-73.
- Washburn, S. P., S. L. White, J. T. Green Jr., and G. A. Benson. 2002. Reproduction, mastitis, and body condition of seasonally calved Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems. *J. Dairy Sci.* 85: 105-111.
- Whay, H. 2002. Locomotion scoring and lameness detection in dairy cattle. *In Pract.* 24: 444-449.

# Effect of providing outdoor exercise ground at night on the health and milking performance of Holstein cows raised in tunnel-ventilated barn in hot summer <sup>(1)</sup>

Chun-Ta Chang <sup>(2)(3)</sup> and Geng-Jen Fan <sup>(2)</sup>

Received: Feb. 16, 2022; Accepted: Jul. 25, 2022

## Abstract

The purpose of this study aimed to find the strategy for relieving heat stress from Holstein lactating cows. Cows raised in a tunnel-ventilated barn were offered the exercise ground at night to evaluate its health improvement potential and milking performance. Experiment was carried out for 90 days from June to August in 2021. A total of 24 heads of mid-lactating cows with average milk yield of 26.5 kg a day were divided into two groups. Cows in control group were raised in a tunnel-ventilated barn with fan, mist, and sprinkler all day, and cows in treatment group were provided exercise ground at night (between pm-milking and am-milking the next day). Environment condition, temperature and relative humidity for temperature-humidity index (THI) calculation, and milk production were recorded daily. The locomotion score (1 to 5 points, from healthy to severe lameness), milk compositions, and blood biochemical profiles were measured every 30 days. Results showed diurnal averaged THI for ambient air, barn inside, and exercise ground during night time were  $78.9 \pm 3.3$ ,  $75.9 \pm 1.7$ , and  $74.5 \pm 1.5$ , respectively. Milk yield, milk compositions, and blood profiles were similar between two rearing system. However, providing exercise ground 90 days for cows implied the trend in keeping foot health, with locomotion scores decreased from 2.34 to 2.04 ( $P = 0.16$ ). In addition, cows raised with night exercise ground effectively cut down the mastitis occurrence by 60%, from 5/12 to 2/12. The results suggested that providing exercise ground at night in hot summer days for Holstein lactating cows is beneficial for the foot and mammary gland health and animal welfare, the saving of waste milk loss is also worthy of important value. Extra exercise ground is an effective strategy in relieving the adverse effect caused by heat stress for lactating cows.

Key words: Heat stress, Outdoor exercise ground, Holstein cows, Temperature-humidity index, Tunnel-ventilated barn.

---

(1) Contribution No. 2711 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Industry Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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



# 生長期褐色菜鴨飼糧蛋白質與能量濃度 對其產蛋性能之影響<sup>(1)</sup>

林榮新<sup>(2)</sup> 林育安<sup>(3)</sup> 曾再富<sup>(4)</sup> 蘇晉暉<sup>(2)</sup> 劉秀洲<sup>(2)</sup> 鄭智翔<sup>(2)(5)</sup>

收件日期：111 年 3 月 29 日；接受日期：111 年 9 月 2 日

## 摘 要

本試驗旨在探討於生長期褐色菜鴨飼糧蛋白質與能量濃度對其產蛋性能之影響。0 – 3、9 – 14 及 15 – 44 週齡給予相同的飼糧，且皆依鴨隻營養分需要量手冊推薦之營養標準餵飼。褐色菜鴨滿 3 週齡時逢機分為 6 組飼養於平飼鴨舍內，並於生長期 (4 – 8 週齡) 使用試驗飼糧，分別為粗蛋白質 (crude protein, CP) 13.5、15.0 及 16.5% 與可代謝能 (metabolizable energy, ME) 2,600 與 2,800 kcal/kg 的 3 × 2 複因子設計，每處理組 3 重複，每重複 20 隻，共 6 處理組。在第 3、5 與 8 週齡時，測定生長性能。於 21 週齡起至 44 週齡止，測定產蛋性能。試驗結果顯示：6 處理組 4 – 8 週齡平均隻日採食量介於 106 – 112 g，各組間皆無顯著差異。處理組 3、5 及 8 週齡平均體重分別介於 339 – 352、727 – 759 及 1,119 – 1,160 g，各組間皆無顯著差異。於 21 – 44 週齡時，CP 15.0% 與 ME 2,800 kcal/kg 組之產蛋率 84.3% 有較其他處理組為佳之趨勢。6 處理組 21 – 44 週齡平均飼料換蛋率介於 3.22 – 3.47，各組間並無顯著差異，但以 CP 15.0% 與 ME 2,800 kcal/kg 組平均飼料換蛋率 3.22 有較其他處理組為佳之趨勢。綜上所述，若同時考量採食量、體重、產蛋率及飼料換蛋率等因素，生長期飼糧建議餵飼 CP 15.0%、ME 2,800 kcal/kg 即可滿足褐色菜鴨於產蛋期間產蛋所需。

關鍵詞：褐色菜鴨、生長期、產蛋性能、粗蛋白質、可代謝能。

## 緒 言

褐色菜鴨為臺灣優良之蛋鴨品種，體型小、產蛋多、蛋重大、且蛋殼堅固，不但為我們食蛋之重要來源之一，亦為加工蛋 (皮蛋、鹹蛋) 之主要來源 (劉等, 2012)。許多報告 (Summers *et al.*, 1967; Wilson *et al.*, 1983; Kwakkel *et al.*, 1991) 指出，生長期餵飼低蛋白質飼糧對產蛋期產蛋數無不良影響，但產蛋率分佈不同，生長期餵飼低蛋白質飼糧者於產蛋早期產蛋率較低，後期產蛋率較高。由多篇研究報告 (Walter and Aitken, 1961; McDaniel, 1983; Kling *et al.*, 1985) 亦指出，延遲雞隻性成熟，產蛋高峰後有較高的產蛋率。Bish *et al.* (1985) 指稱，性成熟體重輕者蛋殼品質顯著較體重重者佳。此外，潘等 (1999) 指出菜鴨 9 週齡體重大於 1.2 kg 者，其蛋重顯著較 1.0 – 1.2 kg 者重。

陳 (1995) 指出褐色菜鴨生長期飼養條件，影響將來產蛋性能甚鉅，這段期間，骨骼與羽毛之生長發育迅速，應注意飼料品質與各種營養分的供應充足，尤其是維生素與礦物質之含量須滿足生長所需。早期鴨隻飼糧主要原料為玉米粉、大豆粕、麩皮、魚粉及豬油。現今鴨隻飼糧主要原料為玉米粉、大豆粕、麩皮及大豆油為主。以植物性原料替代動物性原料，故本試驗對褐色菜鴨生長期進行飼糧中最適當蛋白質與可代謝能含量及配方之研究，以建立褐色菜鴨生長期飼糧之營養推薦量，供鴨農參酌使用。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2712 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所。

(3) 國立宜蘭大學生物技術與動物科學系。

(4) 國立嘉義大學動物科學系。

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

## 材料與方法

### I. 試驗動物與設計

本試驗採用畜產試驗所宜蘭分所自行孵化之 360 隻褐色菜鴨母鴨，0—3 週齡於育雛室內高床飼養，3 週齡後移至平飼育成舍內飼養。0—3、9—14 及 15—44 週齡給予相同的飼糧，且皆依鴨隻營養分需要量手冊（沈，1988）推薦之營養標準餵飼，飼養方式為平飼、飲水與飼料任飼，每天給予 16 小時光照。試驗鴨舍為防止野鳥進入的非開放式鴨舍。鴨舍大小：長 60.1 m、寬 15.3 m、高 4.7 m。各組床面規格皆相同：不銹鋼網床面之不銹鋼網線徑為 0.5 cm、網目為 5 × 1.5 cm；各組水浴槽皆相同：長度為 50 cm、寬度為 30 cm、深度為 15 cm。本試驗於鴨隻生長期（4—8 週齡）進行飼養試驗，以全植物性原料配製試驗飼糧（不含魚粉、羽毛粉與豬油），分別為含 CP 13.5、15.0、16.5% 及 ME 2,600、2,800 kcal/kg 之複因子設計（表 1），共 6 處理組，每處理組三重複，每重複 20 隻，共 360 隻進行試驗。試驗期間為 109 年 11 月 19 日至 110 年 9 月 22 日，包括鴨隻 4—8 週齡生長期與 21—44 週齡產蛋期。本研究涉及之動物試驗於行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所執行，動物之使用、飼養及實驗內容皆依行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所實驗動物照護及使用管理小組批准之文件（畜試宜動字第 110-001 號）與試驗準則進行。

表 1. 生長期（4—8 週齡）褐色菜鴨試驗飼糧組成

Table 1. The experimental diets composition in brown Tsaiya ducks during grower period (4-8 weeks of age)

CP, %	13.5		15.0		16.5	
ME, kcal/kg	2,600	2,800	2,600	2,800	2,600	2,800
Ingredients						
Yellow corn, ground	59.53	68.20	57.33	66.00	55.10	63.80
Soybean meal, 43% CP	13.60	16.17	18.40	21.00	23.20	25.80
Wheat bran	23.32	11.90	20.75	9.27	18.20	6.70
Pulverized limestone	1.70	1.40	1.67	1.38	1.65	1.30
Dicalcium phosphate	0.95	1.43	0.95	1.45	0.95	1.50
Iodized salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Choline chloride, 50%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vit-premix <sup>a</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Min-premix <sup>b</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	100	100	100	100	100	100
Calculated values						
CP, %	13.5	13.5	15.0	15.0	16.5	16.5
ME, kcal/kg	2,600	2,800	2,600	2,800	2,600	2,800
Lysine, %	0.66	0.68	0.77	0.79	0.88	0.90
Methionine + Cystine, %	0.52	0.52	0.55	0.56	0.59	0.60

<sup>a</sup> Supplied per kilogram of diet: vitamin A, 24,000 IU; vitamin D, 5,000 IU; vitamin E, 50 IU; vitamin K, 6 mg; thiamin, 6 mg; riboflavin, 18 mg; pyridoxine, 14 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.06 mg; ca-pantothenate, 30 mg; niacin, 120 mg; biotin (1.0%), 0.12 mg; folic acid, 2 mg.

<sup>b</sup> Supplied per kilogram of diet: Mn (MnSO<sub>4</sub>), 100 mg; Zn (ZnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O), 90 mg; Cu (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O), 8 mg; Se (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>), 0.2 mg; Fe (FeSO<sub>4</sub>), 100 mg; I (KIO<sub>3</sub>), 0.5 mg; Co (CoCO<sub>3</sub>), 0.1 mg.

### II. 測定項目與方法

- 生長期性能測定：在鴨隻第 3、5 與 8 週齡時，測定鴨隻之個別體重與各組飼料消耗量以計算各組飼料成本。
- 產蛋期性能測定：試驗記錄鴨隻初產日齡（達 5% 產蛋率）與蛋重；於 21 週齡起至 44 週齡止，每週測定一次蛋重，並計算產蛋率及飼料換蛋率。

### III. 統計分析

試驗數據經 SAS (Statistical Analysis System, 2011) 套裝軟體之一般線性程序 (GLM procedure) 進行變方分析，若有顯著差異效果，再以特奇公正顯著差異法 (Tukey's honest significant difference)，比較各組平均值間之差異顯著性。

## 結果與討論

### I. 生長期性能

餵飼生長期褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對 4 – 8 週齡生長性能之影響如表 2 所示。6 處理組 4 – 8 週齡平均隻日採食量分別介於 106 – 112 g，各組間皆無顯著差異。6 處理組於 3 與 8 週齡平均體重分別介於 339 – 352 及 1,119 – 1,160 g，各組間皆無顯著差異。6 處理組 4 – 8 週齡平均增重分別介於 767 – 811 g，各組間無顯著差異。

表 2. 餵飼生長期褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對 4 – 8 週齡生長性能之影響

Table 2. Effects of feeding different nutrient concentrations diets in grower period on growth performance of brown Tsaiya ducks during 4-8 weeks of age

CP, %	13.5		15.0		16.5		SEM	Significance		
ME, kcal/kg	2,600	2,800	2,600	2,800	2,600	2,800		CP	ME	CP × ME
Weeks of age	Feed consumption, g/duck/day									
4 – 5	90	93	92	94	94	89	7.1	NS	NS	NS
6 – 8	119	114	125	120	121	117	7.1	NS	NS	NS
4 – 8	108	107	112	110	110	106	5.3	NS	NS	NS
	Body weight, g/duck									
3	351	352	339	349	350	349	78	NS	NS	NS
5	729	727	737	735	759	743	105	NS	NS	NS
8	1,145	1,119	1,123	1,136	1,160	1,160	119	NS	NS	NS
	Body weight gain, g/duck									
4 – 5	378	375	398	386	410	395	40	NS	NS	NS
6 – 8	416	393	386	400	400	416	36	NS	NS	NS
4 – 8	794	767	783	787	810	811	56	NS	NS	NS

NS: Not significant.

以 6 處理組之飼料採食量 (表 2) 與 6 處理組之飼料每公斤價格估算出 6 處理組 4 – 8 週齡之飼料成本 (表 3)。6 處理組 4 – 8 週齡之每隻飼料成本介於 50.38 – 55.40 元，且以 CP 13.5%、ME 2,600 kcal/kg 組其每隻飼料成本 50.38 元數值上為最低；以 CP 15.0%、ME 2,800 kcal/kg 組之 55.40 元數值上為最高。

表 3. 生長期 (4 – 8 週齡) 褐色菜鴨不同營養濃度之飼料成本推算

Table 3. Estimated feed cost of experimental diets in brown Tsaiya ducks during grower period (4-8 weeks of age)

CP, %	13.5		15.0		16.5	
ME, kcal/kg	2,600	2,800	2,600	2,800	2,600	2,800
Feed price, NT\$/kg	13.33	14.06	13.66	14.39	13.98	14.73
Feed consumption, kg/duck	3.78	3.74	3.92	3.85	3.85	3.71
Feed cost, NT\$/duck	50.38	52.58	53.54	55.40	53.82	54.64

Feed ingredients prices, NT\$/kg: yellow corn (ground) 11.45; soybean meal (43% CP) 15.65; wheat bran 6.8; pulverized limestone 4; dicalcium phosphate 26; iodized salt 5.5; choline chloride (50%) 48; vit-premix 700; min-premix 165.

## II. 產蛋期性能

餵飼生長期褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對初產日齡與蛋重之影響如表 4 所示。6 處理組之初產日齡介於 101 – 105 日，且 6 處理組初產蛋重介於 37.1 – 40.3 g，各組間皆無顯著差異。由以上試驗結果得知，餵飼生長期褐色菜鴨不同 CP 與 ME 營養濃度飼糧對其初產日齡與初產蛋重，各組間並無顯著影響。林等 (2007) 探討育成期 (10 – 15 週齡) 飼糧蛋白質與代謝能含量對褐色菜鴨產蛋性能之影響，6 處理組初產日齡與初產蛋重分別介於 98 – 104 日及 34.4 – 39.7 g，本試驗結果與之類似。

表 4. 餵飼生長期 (4 – 8 週齡) 褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對初產日齡、蛋重及各週齡體重之影響

Table 4. Effects of feeding different nutrient concentrations plant-based diets in grower period (4-8 weeks of age) on the first laying age (5% laying rate), egg weight and body weight of brown Tsaiya ducks

CP, %	13.5		15.0		16.5		SEM	Significance		
ME, kcal/kg	2,600	2,800	2,600	2,800	2,600	2,800		CP	ME	CP × ME
	----- First laying age (day) -----									
	103	103	105	102	103	101	4.6	NS	NS	NS
	----- Egg weight of first laying (g) -----									
	38.1	37.4	37.1	37.5	40.3	38.8		NS	NS	NS
Weeks of age	----- Body weight, g/duck -----									
14	1,263	1,247	1,274	1,284	1,282	1,286	113	NS	NS	NS
33	1,331	1,319	1,305	1,299	1,316	1,350	126	NS	NS	NS
44	1,363	1,347	1,333	1,328	1,350	1,376	78	NS	NS	NS

NS: Not significant.

餵飼生長期褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對其後 14、33 及 44 週齡體重之影響如表 4 所示。6 處理組其 14 與 44 週齡平均體重分別介於 1,247 – 1,286 及 1,328 – 1,376 g，各組間皆無顯著差異。由以上試驗結果得知，餵飼生長期褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對其後 14 與 44 週齡體重並無顯著影響。餵飼生長期褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對其後產蛋性能之影響如表 5 所示。在隻日採食量方面，6 處理組 21 – 44 週齡之平均隻日採食量分別介於 167 – 170 g，各組間並無顯著差異。由以上試驗結果得知，使用不同營養濃度飼糧餵飼生長期褐色菜鴨對其產蛋期隻日採食量，各組間並無顯著影響。

在產蛋率方面如表 5 所示。於 25 – 28、33 – 36 及 41 – 44 週齡，飼糧蛋白質含量會顯著影響鴨隻的產蛋率 ( $P < 0.05$ )。綜觀試驗不同週齡的產蛋表現可得知，CP 與 ME 含量必須互相搭配。當 CP 為 13.5 與 15% 時，提高 ME 對於鴨隻產蛋有正面效益，然而當 CP 提高到 16.5% 時，較高的 ME 反而不利鴨隻產蛋表現。這樣的結果與 Ding *et al.* (2016) 的結果類似，超過動物所需的飼糧 CP 含量對於產蛋有不利的影響，這可能是因為過高的 CP 反而提高了家禽分解代謝這些胺基酸過程的能量。於 29 – 32 週齡時，CP 15.0%、ME 2,800 kcal/kg 組其產蛋率 91.1% 為數值上最高。於 21 – 44 週齡時，CP 15.0%、ME 2,800 kcal/kg 組其產蛋率 84.3% 為數值上最高。因此，生長期褐色菜鴨仍建議給予 CP 15.0%、ME 2,800 kcal/kg 的飼糧，可使後續鴨隻產蛋期有最佳的表現。蘇等 (2017) 探討不同飼養環境對褐色菜鴨產蛋率之影響，各處理組 20 – 40 週齡產蛋率介於 77.4 – 84.8%，本試驗各處理組 21 – 44 週齡產蛋率介於 78.2 – 84.3%，本試驗結果與之類似。

在飼料蛋重方面如表 5 所示。於 29 – 32 週齡時，6 處理組平均蛋重介於 62.3 – 63.2 g，但 ME 2,800 kcal/kg 組平均蛋重 63.0 g 顯著較 ME 2,600 kcal/kg 組平均蛋重 62.5 為重 ( $P < 0.05$ )；由此可知，在產蛋高峰時期 (29 – 32 週齡) 需要較高能量供應鴨隻產蛋。於 21 – 44 週齡時，6 處理組平均蛋重介於 62.4 – 62.6 g，各組間並無顯著差異；由此得知，使用不同營養濃度飼糧餵飼生長期褐色菜鴨對其後蛋重，各組間並無顯著影響。蘇等 (2017) 探討不同飼養環境對褐色菜鴨蛋重之影響，6 處理組 20 – 40 週齡平均蛋重介於 60.0 – 63.0 g，本試驗結果與之類似。

在飼料換蛋率方面如表 5 所示。於 21 – 24 週齡時，6 處理組平均飼料換蛋率分別介於 3.53 – 4.04，ME 2,800 kcal/kg 處理組平均飼料換蛋率 3.67 有較 ME 2,600 kcal/kg 組平均飼料換蛋率 3.96 為佳之趨勢；於 33 – 36 週齡時，各處理組平均飼料換蛋率分別介於 2.82 – 3.13，但 ME 2,800 kcal/kg 組平均飼料換蛋率 2.97 則有顯著較 ME 2,600 kcal/kg 組平均飼料換蛋率 3.14 為佳 ( $P < 0.05$ )；由此可知，若生長期飼糧中 ME 含量 2,800 kcal/kg 之處理則對飼料換蛋率較佳。6 處理組 21 – 44 週齡平均飼料換蛋率介於 3.22 – 3.47，各組間並無顯著差異；

但以 CP 15.0%、ME 2,800 kcal/kg 組其平均飼料換蛋率 3.22 有較其他處理組為佳之趨勢。

表 5. 餵飼生長期 (4 – 8 週齡) 褐色菜鴨不同營養濃度飼糧對其產蛋性能之影響

Table 5. Effects of feeding different nutrient concentrations plant-based diets in grower period (4-8 weeks of age) on laying performance of brown Tsaiya ducks

CP, %	13.5		15.0		16.5		SEM	Significance		
ME, kcal/kg	2,600	2,800	2,600	2,800	2,600	2,800		CP	ME	CP × ME
Weeks of age	Feed consumption, g/duck/day									
21 – 24	169	161	169	167	172	166	14.2	NS	NS	NS
25 – 28	175	168	169	173	175	170	12.2	NS	NS	NS
29 – 32	152	152	152	153	156	152	21.2	NS	NS	NS
33 – 36	169	171	170	173	172	168	8.5	NS	NS	NS
37 – 40	176	175	174	178	173	175	7.0	NS	NS	NS
41 – 44	175	178	176	173	173	175	6.1	NS	NS	NS
21 – 44	169	168	168	169	170	167	14.5	NS	NS	NS
	Egg production, %									
21 – 24	77.5	79.6	81.6	76.9	77.9	75.0	9.2	NS	NS	NS
25 – 28	86.7 <sup>ab</sup>	89.4 <sup>a</sup>	85.8 <sup>ab</sup>	88.3 <sup>a</sup>	85.1 <sup>ab</sup>	79.9 <sup>b</sup>	6.2	*	NS	*
29 – 32	87.7 <sup>ab</sup>	85.8 <sup>ab</sup>	86.4 <sup>ab</sup>	91.1 <sup>a</sup>	90.5 <sup>a</sup>	80.8 <sup>b</sup>	6.2	NS	NS	*
33 – 36	82.5 <sup>b</sup>	85.2 <sup>ab</sup>	84.9 <sup>ab</sup>	90.8 <sup>a</sup>	89.9 <sup>a</sup>	84.6 <sup>ab</sup>	5.7	*	NS	*
37 – 40	75.7	79.4	78.7	82.2	81.8	75.3	18.0	NS	NS	NS
41 – 44	70.1 <sup>b</sup>	75.5 <sup>ab</sup>	79.1 <sup>a</sup>	76.6 <sup>ab</sup>	80.4 <sup>a</sup>	73.7 <sup>ab</sup>	6.7	*	NS	*
21 – 44	80.0 <sup>ab</sup>	82.5 <sup>ab</sup>	82.8 <sup>a</sup>	84.3 <sup>a</sup>	84.3 <sup>a</sup>	78.2 <sup>b</sup>	10.6	NS	NS	*
	Egg weight, g									
21 – 24	59.2	58.0	57.9	57.7	57.8	58.3	2.78	NS	NS	NS
25 – 28	61.4	61.4	61.7	61.6	61.3	61.4	0.63	NS	NS	NS
29 – 32	62.6	62.8	62.7	62.9	62.3	63.2	0.72	NS	*	NS
33 – 36	62.8	63.3	63.0	63.1	63.4	63.5	0.93	NS	NS	NS
37 – 40	64.6	64.9	64.5	64.8	64.7	64.6	0.62	NS	NS	NS
41 – 44	64.9	64.3	64.8	64.7	64.9	64.6	1.74	NS	NS	NS
21 – 44	62.6	62.4	62.4	62.5	62.4	62.6	2.68	NS	NS	NS
	Feed weight/egg weight									
21 – 24	3.93	3.69	4.04	3.79	3.91	3.53	0.61	NS	NS	NS
25 – 28	3.25	3.27	3.44	3.27	3.28	3.35	0.36	NS	NS	NS
29 – 32	2.79	3.01	2.82	2.73	2.96	2.95	0.51	NS	NS	NS
33 – 36	3.21 <sup>a</sup>	3.10 <sup>ab</sup>	3.13 <sup>ab</sup>	2.82 <sup>b</sup>	3.08 <sup>a</sup>	2.99 <sup>ab</sup>	0.32	NS	*	NS
37 – 40	3.37	3.42	3.26	3.20	3.39	3.47	0.67	NS	NS	NS
41 – 44	4.27	4.18	3.72	3.50	3.51	4.06	0.92	NS	NS	NS
21 – 44	3.47	3.45	3.40	3.22	3.35	3.39	0.70	NS	NS	NS

NS: Not significant; \*:  $P < 0.05$ .

<sup>a, b</sup> Means denoted by a different letter indicate significant differences between groups ( $P < 0.05$ ).

## 結 論

綜合試驗結果得知，4 – 8 週齡褐色菜鴨餵飼 CP 13.5 – 16.5% 配合 ME2,600 – 2,800kcal/kg 之飼糧，並不會顯著影響褐色菜鴨 21 – 44 週齡的產蛋性能。以採食量、體重、產蛋率及飼料換蛋率等指標，推薦 CP 15.0%、ME 2,800 kcal/kg 為生長期飼糧，即可滿足褐色菜鴨未來產蛋之所需。



## 參考文獻

- 沈添富。1988。鴨隻營養分需要量手冊。國立臺灣大學。
- 林榮新、黃振芳、林育安、胡怡浩、詹士賢、陳添福、李舜榮。2007。育成期飼糧蛋白質與代謝能含量對褐色菜鴨產蛋性能之影響。畜產研究 40：231-239。
- 陳添福。1995。蛋鴨飼養管理。臺灣農家要覽畜牧篇。財團法人豐年社，臺北市，第 250-251 頁。
- 劉秀洲、杜宗哲、C. Marie-Etancelin、李淵百、黃振芳、陳志峰。2012。褐色菜鴨殘差飼料採食量之遺傳參數估算。畜產研究 45：131-140。
- 潘金木、陳怡任、林誠一、林榮新、黃振芳。1999。探討產蛋褐色菜鴨初產之理想體重。畜產研究 32：147-152。
- 蘇晉暉、林育安、曾再富、鄭智翔、黃振芳、劉秀洲、林榮新。2017。不同飼養環境對褐色菜鴨產蛋性能及床蛋率之影響。畜產研究 50：15-21。
- Bish. C. L., W. L. Beane, P. L. Ruszler, and J. A. Cherry. 1985. Body weight influence on egg production. Poult. Sci. 64: 2259-2262.
- Ding, Y., X. Bu, N. Zhang, L. Li, and X. Zou. 2016. Effects of metabolizable energy and crude protein levels on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of Fengda-1 layers. Anim. Nutr. 2: 93-98.
- Kling, L. J., R. O. Hawes, R. W. Gerry, and W. A. Halteman. 1985. Effects of early Maturation of brown egg-type pullets, flock uniformity, layer protein level, and cage design on egg production, egg size, and egg quality. Poult. Sci. 64: 1050-1059.
- Kwakkel, R. P., F. L. S. M. Dekoning, M. W. A. Verstegen, and G. Hof. 1991. Effect of method and phase of nutrient restriction during rearing on productive performance of light hybrid pullets and hens. Br. Poult. Sci. 32: 747-761.
- McDaniel, G. R. 1983. Factors affecting broiler breeder performance. 5. Effects of preproduction feeding regimens on Reproductive performance. Poult. Sci. 62: 1949-1953.
- SAS. 2011. SAS user guide: Statistics, SAS Inst., Cary, NC.
- Summers, J. D., W. F. Pepper, S. J. Slinger, and J. D. McConachie. 1967. Feeding meat type pullets and breeders 1. Methods for significance of lowering the live weight of meat-type pullets at point of lay 2. Evidence on the protein and energy needs of meattype breeders. Poult. Sci. 46: 1158-1164.
- Walter, E. D. and J. R. Aitken. 1961. Performance of laying hens subjected to restricted feeding during rearing and laying periods. Poult. Sci. 40: 345-354.
- Wilson, H. R., D. R. Ingram, and R. H. Harms. 1983. Restricted feeding broiler breeders. Poult. Sci. 62: 1133-1141.

# Effects of feeding brown Tsaiya ducks diets with different protein and energy concentrations during growth period on laying performance <sup>(1)</sup>

Jung-Hsin Lin <sup>(2)</sup> Yu-An Lin <sup>(3)</sup> Tsai-Fuh Tseng <sup>(4)</sup> Chin-Hui Su <sup>(2)</sup>  
Hsiu-Chou Liu <sup>(2)</sup> and Chih-Hsiang Cheng <sup>(2) (5)</sup>

Received: Mar. 29, 2022; Accepted: Sep. 2, 2022

## Abstract

The this experiment was aimed to investigate the effect of feeding brown Tsaiya ducks diets with different protein and energy concentrations during growth period on laying performance. Ducks were fed with the same diets that nutrient concentration recommended in the manual of nutrient requirements of ducks during 0-3, 9-14 and 15-44 weeks of age. Ducks were allocated randomly in the floor rearing duck house at 3 weeks of age. In the growth period (4-8 weeks of age), experimental diets with different nutrient concentrations were fed with a factorial design with crude protein 13.5, 15.0, 16.5% and metabolizable energy 2,600, 2,800 kcal/kg, respectively. There were three replicates per treatment group, with 20 ducks per replicate, for a total of 6 treatment groups. Growth performance was determined at 3, 5 and 8 weeks of age, and laying performance was determined from 21 to 44 weeks of age. The results showed that: the average daily feed consumption from 4 to 8 weeks of age in each group was between 106-112 g, and there was no difference between the groups. The body weight of each group at 3, 5, and 8 weeks of age were 339-352, 727-759, 1,119-1,160 g, respectively, and there was no difference between the groups. At 21 to 44 weeks of age, the laying rate of the CP 15.0%, ME 2,800 kcal/kg group was 84.3% which indicated a better trend than other groups. The feed conversion ratio of each group from 21 to 44 weeks of age ranged from 3.22 to 3.47, and there was no significant difference between the groups; however, the value (3.22) of CP 15.0%, ME 2,800 kcal/kg group had a trend that better than other groups. Based on the above, if feed consumption, body weight, egg laying rate and feed efficiency are considered at the same time, it is recommended to feed ducks CP 15.0% and ME 2,800 kcal/kg diets in the growth period, which is sufficient to meet the laying requirement of brown Tsaiya ducks in the later laying period.

Key words: Brown Tsaiya duck, Growth period, Laying performance, Crude protein, Metabolizable energy.

---

(1) Contribution No. 2712 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Ilan Branch, COA-LRI, Ilan 26846, Taiwan, R. O. C.

(3) Department of Biotechnology and Animal Science, National Ilan University, Ilan 260007, Taiwan, R. O. C.

(4) Department of Animal Science, National Chiayi University, Chiayi 600355, Taiwan, R. O. C.

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

# 不同離乳模式對仔豬生長性能之影響<sup>(1)</sup>

王錦盟<sup>(2)</sup> 劉芳爵<sup>(3)</sup> 李秀蘭<sup>(2)(4)(5)</sup>

收件日期：110 年 7 月 23 日；接受日期：111 年 9 月 5 日

## 摘 要

本試驗旨在探討不同離乳模式對仔豬生長性能的影響。以 48 頭 4 週齡 (藍瑞斯 × 杜洛克) 離乳豬為試驗動物，依體重及性別逢機分為 3 組，每組 4 重複，每 4 頭仔豬關在一欄，分別為對照組 (A 組) 與處理組 (B 與 C 組)。A 組採一階段離乳，即仔豬離乳、併欄混養與轉換攝食保育料於同一天進行；處理組 B 組採二階段離乳：(1) 離乳併欄混養，(2) 離乳後 4 天轉換攝食保育料；處理組 C 組採三階段離乳：(1) 離乳後續攝食教槽料，(2) 離乳後 4 天併欄混養，(3) 離乳後 7 天轉換保育料。試驗為期 4 週，期間每週測定飼料採食量與體重，於第 6 週齡抽血測定血液生化指標，並每日觀察離乳豬下痢情況及記錄。試驗結果顯示，不同離乳模式對仔豬生長性能均無顯著影響。C 組仔豬在 5 週齡時，其生長性能 (平均日增重、採食量及飼料效率等)，顯著地較 A 與 B 組佳 ( $P < 0.05$ )。惟 C 組仔豬轉換攝食保育料後，其 5 – 6 週齡採食量則有低於 A 與 B 組的趨勢 ( $P = 0.06$ )；平均日增重較 A 與 B 組少 ( $P < 0.05$ )；各組間之飼料效率則無顯著差異。不同離乳模式對 7 – 8 週齡仔豬生長性能，於各處理組間均無顯著差異。但以全試驗期間，採用三階段離乳模式可改善離乳初期仔豬的增重。在血液學方面，C 組的嗜中性白血球與淋巴球比值 (NET/LYM) 於 6 週齡時顯著低於 A 與 B 組 ( $P < 0.05$ )，顯示三階段離乳可降低離乳仔豬的緊迫壓力。仔豬下痢 (嚴重軟便) 比率介於 0.0 – 7.5% 之間，A 組仔豬於 5 週齡下痢比率最高為 7.5%，顯著高於 B 與 C 組 ( $P < 0.05$ )。綜上所述，採用二或三階段離乳模式，可減緩離乳初期仔豬增重不佳的現象。

關鍵詞：離乳豬、離乳模式、生長性能。

## 緒 言

離乳作業使仔豬同時經歷離乳、環境改變、併欄、社會序位重排與飼料轉換等多重壓力，造成仔豬的緊迫，通常持續 4 到 24 小時 (Lewis and Berry, 2006)，經常造成仔豬於離乳後最初 48 小時內採食量下降甚至未採食 (Brooks *et al.*, 2001)，導致仔豬的生長性能下降。且離乳初期的仔豬較容易罹患疾病，尤其是 20 日齡即早期離乳的仔豬 (Deprez *et al.*, 1986; Smith *et al.*, 2010a)。另一方面，離乳造成的壓力會影響腸道功能完整性 (Smith *et al.*, 2010a; Wijtten *et al.*, 2011)，增加仔豬感染疾病的風險 (Berg, 1995)。飼料中添加抗生素可降低離乳仔豬發生疾病的機率，但抗生素可能使得細菌產生抗藥性 (Smith *et al.*, 2010b)，抗生素的使用已大幅受到限制，進而導致仔豬生產力降低。目前傳統的離乳模式，仔豬離開母豬，並與其它離乳豬混群，移置保育舍，其原有的社會序位遭到破壞，而發生打鬥，以重新建立社會序位。豬離乳時，遭遇多重緊迫因素 (如飼料型態、畜舍、豬群、母乳移行抗體喪失等)，造成仔豬生長性能下降，增加仔豬罹病的機率。本試驗旨在評估不同離乳模式對離乳豬生長性能的影響。

## 材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所產業組的試驗豬舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗設計，經畜產試驗所實驗動物管理小組以畜試動字第 110-19 號申請核准在案。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2713 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(4) 國立屏東科技大學農學院生物資源研究所。

(5) 通訊作者，E-mail: hlli@mail.ttri.gov.tw。

試驗動物育成，哺乳豬 (L × D) 於 10 日齡開始給予商用教槽料 (CP 21.4%) 任食，哺乳豬於 28 日齡離乳。選用 48 頭離乳豬為試驗動物，依體重及性別逢機分為對照組 (A 組) 與處理組 (B 與 C 組) 等 3 組。每組 4 重複，每欄 4 頭 (公母各半)，離乳豬飼養於傳統高床保育舍，豬欄面積 2.55 m<sup>2</sup>。對照組 (A 組) 採一階段離乳：依現行離乳作業流程進行，仔豬離乳、併欄混養與轉換保育料 (表 1) 等作業於同一天完成；處理 B 組將離乳作業分為二階段 (two-stage weaning)：(1) 離乳與併欄混養 (繼續給飼教槽料)，(2) 離乳後第 4 天轉換為保育料；處理組 C 組將離乳作業分為三階段 (three-stage weaning)：(1) 離乳 (給飼教槽料)，(2) 離乳 4 天後併欄混養 (續給飼教槽料)，(3) 離乳後第 7 天轉換保育料。A、B 與 C 各組離乳豬於四週齡開始試驗時，體重分別為 7.91 ± 0.23、7.90 ± 0.06 與 7.90 ± 0.13 kg/pig (mean ± SE)。試驗為期 4 週，試驗於仔豬 8 週齡結束。試驗期間採任食，每日補充飼料 2 次 (自動餵飼桶)。每週測定仔豬的飼料採食量及體重，於 6 週齡時，豬隻以人工保定後，由頸靜脈採集 3 mL 血液 (全血)，以血液分析儀 (XT-1800i Hematology Analyzer Sysmex Corporation, Co., Japan) 進行血液生化值分析。

表 1. 試驗飼料組成－保育料 (%)

Table 1. The composition of experimental diet – weaning piglets (%)

Ingredients	%
Yellow corn meal	70.05
Soybean meal, CP 43%	20.00
Fish meal, CP 60%	6.00
Soybean oil	1.00
Salt	0.40
Dicalcium phosphate	1.50
Limestone, pulverized	0.70
Choline chloride, 50%	0.10
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.10
Mineral premix <sup>2</sup>	0.15
Total	100.00
Calculated ME, kcal / kg	3,215
Analyzed values	
Crude protein, %	16.37
Crude fat, %	3.34
Calcium, %	0.92
Total phosphorus, %	0.62

<sup>1</sup> Vitamin premix provided per kilogram of diet: vitamin A, 9,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 800 IU; vitamin E, 60 IU; vitamin K, 3 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 3 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 9 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 4.5 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.045 mg; nicotinic acid, 45 mg; calcium pantothenate, 45 mg; folic acid, 0.9 mg and biotin, 0.3 mg.

<sup>2</sup> Mineral premix provided per kilogram of diet: Cu, 5 mg; Mn, 6 mg; Co, 0.35 mg; Zn, 40 mg; I, 0.2 mg; Se 0.1 mg and Fe, 80 mg.

### III. 仔豬下痢比率

參考 Hart and Dobb (1988) 與 Li *et al.* (2018) 的糞便性狀評分方式，於試驗開始後，每日下午記錄評分，糞便評分標準分成 4 級分，分別為「0」表正常成型糞便、「1」表輕微軟便 (糞便不成型)、「2」表中度軟便 (糞便不成型，亦不成堆) 與「3」表嚴重軟便 (拉稀呈糊狀)，分別以 DrI-0、DrI-1、DrI-2 與 DrI-3 表示，仔豬下痢比率之計算式 (Li *et al.*, 2018) 為：

$$\text{下痢比率 (\%)} = (\text{下痢仔豬數} \times \text{下痢天數}) / (\text{仔豬總數} \times \text{試驗天數})$$

### IV. 統計分析

本試驗採完全隨機設計 (completely randomized design, CRD)，試驗資料使用 SAS 統計套裝軟體 (SAS, 2002)，利用一般線性模式程序 (general linear model procedure) 進行變方分析，若有顯著差異性，再以最小平方平均值 (least squares means) 比較處理組間之差異顯著性。

## 結果與討論

### I. 不同離乳模式對仔豬生長性能的影響

#### (i) 飼料採食量

仔豬全期及各週齡隻日採食量列於表 2，A、B 及 C 組的仔豬於試驗全期隻日採食量分別為 0.494、0.519 及 0.513 kg，各組間無顯著差異。4—5 週齡（即試驗第 1 週）C 組因仍繼續採食教槽料，其採食量顯著地高於 A 與 B 組（ $P < 0.05$ ）。顯示 A 組一階段離乳，同時進行離乳、併欄混養與轉換料的仔豬，其隻日採食量，較三階段離乳者減少 60 g，達 19.5% (60/306)；B 組二階段離乳，也較 C 組減少 66 g (21.5 %) 採食量。相對的，5—6 週齡期間 C 組（三階段離乳）隻日採食量則有低於 A 與 B 組的趨勢（ $P = 0.06$ ），C 組 6 週仔豬隻日採食量較 A 組減少 68 g，計 16.3% (68/416)；也較 B 組減少 46 g。由於 C 組於 5—6 週齡採食量顯著地下降，顯示除了併欄壓力外，轉換為保育料也造成仔豬採食量下降。然而試驗全期生長性能，各處理間無顯著差異。

表 2. 不同離乳模式對離乳仔豬生長性能之影響

Table 2. Effect of weaning procedures on growth performances of LD piglets

Treatment	A	B	C
Weaning	One-stage	Two-stage	Three-stage
Feed intake (kg/piglet/day)			
4-5-wk-old	0.246 ± 0.023 <sup>b*</sup>	0.240 ± 0.009 <sup>b</sup>	0.306 ± 0.005 <sup>a</sup>
5-6-wk-old	0.416 ± 0.043	0.394 ± 0.031	0.348 ± 0.055
6-7-wk-old	0.559 ± 0.057	0.582 ± 0.040	0.560 ± 0.059
7-8-wk-old	0.801 ± 0.051	0.861 ± 0.036	0.837 ± 0.054
Whole period	0.494 ± 0.038	0.519 ± 0.024	0.513 ± 0.038
Body weight gain (kg/piglet/day)			
4-5-wk-old	0.077 ± 0.014 <sup>c</sup>	0.122 ± 0.024 <sup>b</sup>	0.230 ± 0.025 <sup>a</sup>
5-6-wk-old	0.255 ± 0.058 <sup>a</sup>	0.260 ± 0.020 <sup>a</sup>	0.177 ± 0.041 <sup>b</sup>
6-7-wk-old	0.251 ± 0.042	0.277 ± 0.054	0.247 ± 0.074
7-8-wk-old	0.479 ± 0.044	0.508 ± 0.042	0.507 ± 0.019
Whole period	0.266 ± 0.023	0.292 ± 0.017	0.290 ± 0.022
Feed efficiency (Feed intake / Body weight gain)			
4-5-wk-old	3.294 ± 0.976 <sup>a</sup>	2.019 ± 0.393 <sup>b</sup>	1.342 ± 0.146 <sup>b</sup>
5-6-wk-old	1.701 ± 0.479	1.526 ± 0.208	2.060 ± 0.591
6-7-wk-old	2.281 ± 0.461	2.146 ± 0.296	1.925 ± 1.212
7-8-wk-old	1.678 ± 0.145	1.705 ± 0.192	1.655 ± 0.120
Whole period	1.928 ± 0.303	1.785 ± 0.143	1.763 ± 0.223

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

\* Mean ± SE.

Group A was one-stage weaning: pigs were moved away from sow, piglets grouping and feed change on the same day.

Group B was two-stage weaning: (1) pigs were moved away from sow and grouping piglets on first day, and (2) feed change on the 4<sup>th</sup> day after weaning.

Group C was three-stage weaning: (1) pigs were moved away from sow on first day, (2) grouping piglets on the 4<sup>th</sup> day after weaning, and (3) feed change on the 7<sup>th</sup> day after weaning.



Dunshea *et al.* (2002) 指出早期離乳仔豬使用含初乳粉與動物性蛋白質來源的飼糧與使用含冷凍乾燥豬血漿粉餵飼者，生長性能相似，但在飼糧中加入大豆粕則導致生長性能較差。Williams (2003) 指出，為維持離乳仔豬高採食量與生長性能，應採用分階段餵飼計畫餵飼。

## (ii) 仔豬增重

A、B 及 C 各組仔豬，於試驗全期隻日增重分別為 0.266、0.292 及 0.290 kg，各組間無顯著差異。4—5 週齡時三組仔豬日增重依序為 0.077、0.122 及 0.230 kg，C 組的日增重顯著高於 A 與 B 組 ( $P < 0.05$ )，且 B 組增重顯著高於 A 組 ( $P < 0.05$ )，A 組分別為 B 與 C 組的 63.1 與 33.5%。C 組採三階段離乳，在離乳及併欄時餵飼教槽料，在離乳後第 7 天才將教槽料轉換為保育料，其 5—6 週齡的日增重為 0.177 kg，顯著低於 A 與 B 組的 0.255 與 0.260 kg ( $P < 0.05$ )。顯示二與三階段離乳可改善 4—5 週齡仔豬的增重。雖然三階段離乳 (C 組) 於 6 週齡因轉換使用保育料造成增重下降，就整體而言，二與三階段離乳依然可緩和離乳後第一週增重不佳的情形。

離乳作業使仔豬突然同時面臨多重壓力，導致飼料採食量下降、採食量不穩定、增重不佳、腹瀉、高發病率及死亡率增加 (Pluske *et al.*, 1997)。Tokach *et al.* (1992) 指出離乳豬於離乳後的發育會影響豬隻上市的時間，相較於離乳後 7—10 天日增重 250 g 的豬，此期間體重如未增加的仔豬，其上市天數延後 10 天，因此仔豬離乳後的營養和管理作業，主要針對鼓勵快速恢復採食為方向。本試驗一階段離乳 (A 組) 於 4—5 週齡的日增重為 0.077 kg 為各組最低，8 週齡試驗結束時，A、B 及 C 組的體重分別為  $15.58 \pm 0.82$ 、 $16.31 \pm 0.52$  及  $16.28 \pm 0.58$  kg，三組中仍以一階段離乳仔豬 (A 組) 體重有較輕的趨勢 ( $P = 0.06$ )。

## (iii) 飼料效率 (F/G)

A、B 及 C 組的全期仔豬之飼料效率分別為 1.928、1.785 及 1.780，各組間無顯著差異，各組 4—5 週齡飼料效率依序為 3.294、2.019 及 1.342，B 與 C 組顯著優於 A 組 ( $P < 0.05$ )，6 至 8 週齡各組間的飼料效率均無顯著差異。5 週齡後已回復攝食相同保育料，C 組因改變飼料而飼效降低，然於 7 週齡後，B 與 C 組飼料效率均較 A 組為佳。由 5—8 週齡飼料效率顯示 B 與 C 處理組均較 A 組為佳。顯示採取二或三階段離乳，提升 5 週齡仔豬的增重，同時改善 4—5 週齡仔豬的飼料效率。

Collins *et al.* (2017) 的試驗顯示，仔豬離乳後 6 天內，給飼為經熟化處理穀物及乳製品原料組 (使用熟化穀物、脫脂乳粉及菜籽油)，其增重高於給飼為一般玉米—大豆粕 (菜籽粕) 飼糧 (使用未熟化穀物、大豆粕及牛油) 者，飼料利用率亦較佳。本試驗也有類似的結果，二與三階段離乳 4—5 週齡給飼或部分給予高消化率教槽料 (使用商用教槽料，含脫乳乳粉)，提升 4—5 週齡仔豬的增重，同時改善飼料效率。

## II. 不同離乳模式對仔豬血液生化值的影響

仔豬於 6 週齡時，各組的血液生化分析值如表 3，各組間之各檢測項目均介於 Ježek *et al.* (2018) 的參考值範圍內，顯示各項檢測值均在一般可接受範圍內。C 組的嗜中性白血球 (neutrophil, NET) 百分比顯著低於 A 與 B 組 ( $P < 0.05$ )，相對的，C 組的淋巴球 (lymphocyte, LYM) 百分比顯著高於 A 與 B 組 ( $P < 0.05$ )，造成 C 組的嗜中性白血球與淋巴球比值 (NET/LYM) 顯著低於 A 與 B 組 ( $P < 0.05$ )。Quiñero *et al.* (2009) 指出，緊迫因子造成母豬血液中 NET/LYM 比值的增加，本試驗三階段離乳仔豬 (C 組) 的 NET/LYM 比值顯著較 A 與 B 組為低，推測三階段離乳可降低仔豬於 6 週齡時的緊迫壓力。

## III. 不同離乳模式對仔豬下痢的影響

各組各週齡仔豬嚴重下痢 (嚴重軟便拉稀呈糊狀，DrI-3) 比率介於 0.0—7.5% 之間 (表 4)。A 組前 3 週 (5—7 週齡) 仔豬下痢比率，相對地高，比率介於 4.2—7.5%，以 5 週齡最高為 7.5%，顯著高於其它 2 組 ( $P < 0.05$ )，顯示二與三階段離乳可降低仔豬離乳初期下痢比率。試驗期間 B 及 C 組下痢情形較少，而試驗全期生長性能，各處理間無顯著差異。

豬的小腸粘膜在其一生中經歷二次形態學變化，首先是仔豬出生時，小腸結構功能不健全，主要攝取乳汁，以易於消化的乳糖、乳脂和乳蛋白形式提供營養物及免疫蛋白，小腸結構隨著日齡增加改變。離乳後，液態乳轉變成固體飼料，對仔豬是一很大的緊迫 (Oostindjer *et al.*, 2010)，另離乳仔豬被毛稀疏，皮下脂肪薄，大腦皮層發育尚不健全，各器官系統的調節能力差，離乳仔豬的保溫溫度為 25—28℃，風速 0.5—0.7 m/sec，仔豬對冷 (較低溫度) 較敏感，但如長時間溫度超過 30℃，仍會造成熱緊迫影響。腸道微生物系統失衡，哺乳仔豬腸道微生物主要來自母豬陰道、糞便以及環境中的微生物，腸道中以乳酸桿菌為主，而離乳後仔豬胃酸分泌不足，消化酶分泌不足及腸粘膜受損等原因，導致大腸桿菌、鏈球菌及腸桿菌等有害菌大量繁殖，造成腸道微生物生態失調 (D'Eath, 2005; Mu *et al.*, 2019)。

表 3. 不同離乳模式對 6 週齡保育仔豬血液生化值之影響  
Table 3. Effect of weaning procedures on hematological profile of piglets at 6-wk of age

Treatment	A	B	C	Ježek et al. (2018)
Weaning	One-stage	Two-stage	Three-stage	Reference ranges (7-14 wk-old)
No.	16	15	16	
RBC, 10 <sup>12</sup> cell/ $\mu$ L	6.71 $\pm$ 0.15 <sup>*</sup>	6.81 $\pm$ 0.19	7.06 $\pm$ 0.40	5.40 – 7.28
WBC, 10 <sup>9</sup> cell/ $\mu$ L	21.42 $\pm$ 1.94	18.94 $\pm$ 1.40	18.61 $\pm$ 2.53	13.70 – 34.12
PLT, 10 <sup>3</sup> / $\mu$ L	502.44 $\pm$ 35.06	496.75 $\pm$ 53.39	463.94 $\pm$ 42.07	273 – 730
NET, %	39.33 $\pm$ 2.97 <sup>a</sup>	39.31 $\pm$ 5.89 <sup>a</sup>	30.09 $\pm$ 3.30 <sup>b</sup>	30 – 71
LYM, %	54.78 $\pm$ 3.82 <sup>a</sup>	54.59 $\pm$ 5.19 <sup>a</sup>	62.95 $\pm$ 3.44 <sup>b</sup>	22 – 69
MON, %	4.76 $\pm$ 0.90	5.11 $\pm$ 1.03	6.06 $\pm$ 1.17	0 – 7
EOS, %	0.84 $\pm$ 0.24	0.71 $\pm$ 0.23	0.60 $\pm$ 0.14	0 – 9
BASO, %	0.29 $\pm$ 0.02	0.28 $\pm$ 0.07	0.30 $\pm$ 0.05	0 – 2
Hgb, gm%	11.83 $\pm$ 0.44	11.98 $\pm$ 0.21	12.45 $\pm$ 0.95	9.2 – 12.5
Hct, %	41.42 $\pm$ 2.09	41.99 $\pm$ 0.88	43.34 $\pm$ 3.37	28.0 – 41.7
MCV, fL	61.74 $\pm$ 2.30	61.74 $\pm$ 0.41	61.35 $\pm$ 1.64	47.7 – 63.0
MCH, pg	17.66 $\pm$ 0.51	17.62 $\pm$ 0.29	17.63 $\pm$ 0.38	14.0 – 18.5
MCHC, g/dL	28.62 $\pm$ 0.48	28.53 $\pm$ 0.32	28.74 $\pm$ 0.48	28.8 – 33.5
NET/LYM	0.72 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	0.73 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>	0.48 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	—

<sup>a, b</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).  
<sup>\*</sup> Mean  $\pm$  SE.  
RBC: red blood cells; WBC: white blood cells; PLT: platelets; NET: neutrophils; LYM: lymphocytes; MON: mononuclear balls; EOS: eosinophilic white blood cells; BASO: basophilic white blood cells; Hgb: hemoglobin; Hct: hematocrit; MCV: mean corpuscular cell volume; MCH: mean corpuscular hemoglobin; MCHC: mean corpuscular cell hemoglobin concentration.  
Group A was one-stage weaning: pigs were moved away from sow, piglets grouping and feed change on the same day.  
Group B was two-stage weaning: (1) pigs were moved away from sow and grouping piglets on first day, and (2) feed change on the 4<sup>th</sup> day after weaning.  
Group C was three-stage weaning: (1) pigs were moved away from sow on first day, (2) grouping piglets on the 4th day after weaning, and (3) feed change on the 7<sup>th</sup> day after weaning.

表 4. 不同離乳模式對仔豬下痢比率之影響  
Table 4. Effect of weaning procedures on diarrhea rating of piglets

Treatment	The percentage of diarrhea (DrI-3)			
	5-wk-old	6-wk-old	7-wk-old	8-wk-old
A	7.5 $\pm$ 2.9 <sup>a</sup>	4.2 $\pm$ 4.8	6.3 $\pm$ 0.0	2.1 $\pm$ 4.2
B	2.5 $\pm$ 2.9 <sup>b</sup>	4.2 $\pm$ 4.8	3.1 $\pm$ 6.3	0.0 $\pm$ 0.0
C	0.0 $\pm$ 0.0 <sup>b</sup>	2.1 $\pm$ 4.2	3.1 $\pm$ 6.3	0.0 $\pm$ 0.0

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).  
Group A was one-stage weaning: pigs were moved away from sow, piglets grouping and feed change on the same day.  
Group B was two-stage weaning: (1) pigs were moved away from sow and grouping piglets on first day, and (2) feed change on the 4<sup>th</sup> day after weaning.  
Group C was three-stage weaning: (1) pigs were moved away from sow on first day, (2) grouping piglets on the 4th day after weaning, and (3) feed change on the 7<sup>th</sup> day after weaning.

結 論

本試驗採用的二或三階段離乳，可減少離乳仔豬下痢的發生，同時改善離乳初期仔豬增重不佳的情形，但依然會出現轉換飼料的負面效應，就整體而言，二或三階段離乳可緩和離乳後初期仔豬增重不佳的現象。

## 誌 謝

試驗期間承畜產試驗所產業組二股全體同仁協助，謹此誌謝。

## 參考文獻

- Berg, R. D. 1995. Bacterial translocation from the gastrointestinal tract. *Trends Microbiol.* 3: 149-154.
- Brooks, P. H., C. A. Moran, J. D. Beal, V. Demeckova, and A. Campbell. 2001. Liquid feeding for the young piglet In: M. A. Varley and J. Wiseman, editors, *The Weaner Pig: Nutrition and Management*. CABI Publishing, Wallingford. pp. 153-178.
- Collins, C. L., J. R. Pluske, R. S. Morrison, T. N. McDonald, R. J. Smits, D. J. Henman, I. Stensland, and F. R. Dunshea. 2017. Post-weaning and whole-of-life performance of pigs is determined by live weight at weaning and the complexity of the diet fed after weaning. *Anim. Nutr.* 3: 372-379.
- Deprez, P., C. Van den Hende, E. Muylle, and W. Oyaert. 1986. The influence of the administration of sow's milk on the post-weaning excretion of hemolytic *E. coli* in the pig. *Vet. Res. Commun.* 10: 469-478.
- Dunshea, F. R., D. K. Kerton, P. J. Eason, J. R. Pluske, and T. Moyes. 2002. Diets containing high-quality animal proteins increase growth of early-weaned pigs. *Aust. J. Agric. Res.* 53: 779-784.
- D'Eath Richard B. 2005. Socialising piglets before weaning improves social hierarchy formation when pigs are mixed post-weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93: 199-211.
- Hart, G. K. and G. J. Dobb. 1988. Effect of a fecal bulking agent on diarrhea during enteral feeding in the critically ill. *J. Parenter. Enteral. Nutr.* 12: 465-468.
- Lewis, N. J. and R. J. Berry. 2006. Effects of season on the behavior of early-weaned piglets during and immediately following transport. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100: 182-192.
- Li, S., J. Zheng, K. Deng, L. Chen, X. L. Zhao, X. Jiang, Z. Fang, L. Che, S. Xu, B. Feng, J. Li, Y. Lin, Y. Wu, Y. Han, and D. Wu. 2018. Supplementation with organic acids showing different effects on growth performance, gut morphology, and microbiota of weaned pigs fed with highly or less digestible diets. *J. Anim. Sci.* 96: 3302-3318.
- Mu, C., G. Bian, Y. Su, and W. Zhu. 2019. Differential effects of breed and nursing on early-life colonic microbiota and immune status as revealed in a cross-fostering piglet model. *Appl. Environ. Microbiol.* 85: 02510-02518.
- Oostindjer, M., J. E. Bolhuis, M. Mendl, S. Held, W. Gerrits, H. Van den Brand, and B. Kemp. 2010. Effects of environmental enrichment and loose housing of lactating sows on piglet performance before and after weaning. *J. Anim. Sci.* 88: 3554-3562.
- Pluske, J. R., I. H. Williams, and D. J. Hampson. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livest. Prod. Sci.* 51: 215-236.
- Quiñonero, J., C. García-Santamaría, E. María-Dolores, and E. Armero. 2009. Physiological indicators of stress in gestating sows under different cooling systems. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 44: 1549-1552.
- SAS Institute, 2002. *Guide for Personal Computers*. Version 8.0.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Smith, F., J. E. Clark, B. L. Overman, C. C. Tozel, J. H. Huang, J. E. Rivier, A. T. Blikslager, and A. J. Moeser. 2010a. Early weaning stress impairs development of mucosal barrier function in the porcine intestine. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 298: G352-G363.
- Smith, M. G., D. Jordan, T. A. Chapman, J. J. Chin, M. D. Barton, T. N. Do, V. A. Fahy, J. M. Fairbrother, and D. J. Trott. 2010b. Antimicrobial resistance and virulence gene profiles in multidrug resistant enterotoxigenic *Escherichia coli* isolated from pigs with post-weaning diarrhoea. *Vet. Microbiol.* 145: 299-307.
- Tokach, M. D., R. D. Goodband, J. L. Nelssen, and L. J. Kats. 1992. Influence of weaning weight and growth during the first week postweaning on subsequent pig performance. *Kansas State University, Swine Day 1992. Report of Progress* 667: 15-17.
- Wijten, P. J. A., J. Van der Meulen, and M. W. A. Verstegen. 2011. Intestinal barrier function and absorption in pigs after weaning: A review. *Br. J. Nutr.* 105: 967-981.
- Williams, I. H. 2003. Growth of the weaned pig. In: Pluske, J. R., J. Le Dividich, and W. W. A. Verstegen, editors. *Weaning the pig: concepts and consequences*. Wageningen Academic Publishers; Wageningen, The Netherlands: 2003. pp. 17-36.

# Effect of different weaning procedures on the growth performance of the weaned piglets <sup>(1)</sup>

Chin-Meng Wang <sup>(2)</sup> Fang-Chieh Liu <sup>(3)</sup> and Hsiu-Lan Lee <sup>(2) (4) (5)</sup>

Received: Jul. 23, 2021; Accepted: Sep. 5, 2022

## Abstract

The purpose this study was to evaluate the effect of different weaning procedures on the growth performance of weaned piglets. A total of 48 weaned piglets (Landrace × Duroc), 4-week-old, were randomly divided into 3 groups by gender and body weight. Group A was conducting one-stage weaning: piglets were moved away from sow, grouping and provided weaning diet on the same day. Group B involved two-stage weaning: (1) moving away from sow and grouping on the first day, and (2) weaning feed was provided on the 4th day after weaning. Group C involved three-stage weaning: (1) away from sow on the first day, (2) grouping on the 4th day after weaning and (3) weaning feed was provided on the 7th day after weaning. During 4 weeks experiment, the feed intake, body weight and hematological profile were measured, and the diarrhea of the piglets was recorded. The result showed that there were no significant differences on growth performance of piglets among group A, B and C, throughout the whole period. On the 5-week-old, growth performance (body weight, feed intake and feed efficiency) of group C was significantly higher than group A and B ( $P < 0.05$ ). However, for the 6-week-old, feed intake of group C, tended to be lower than group A and B ( $P = 0.06$ ). Moreover, the 6-week-old, daily weight gain of group C was significantly ( $P < 0.05$ ) lower than A and B groups and the feed intake was not different among groups at 6-weeks of age. The results showed that the two-stage or three-stage weaning procedures increased body weight gain of piglets at 5 week of age. Although the negative effect of changing diet (group C) on feed intake and body weight gain appeared at 6 weeks, it also can increase the poor body weight in the early stage after weaning. There was no significant difference on feed intake, weight gain and feed efficiency for 7- and 8-week-old piglets between the three groups. In hematological profile, the ratio of neutrophils to lymphocytes (NET/LYM) of group C was significantly ( $P < 0.05$ ) lower than groups A and B, indicating that three-stage weaning can reduce the stress of weaned piglets at 6-weeks of age. The rate of diarrhea (severe soft feces) of piglets at each group was between 0.0 and 7.5%, and the highest ratio was 7.5% at 5-week-old of group A, which was significantly ( $P < 0.05$ ) lower than group B and C. In conclusion, the two- or three- stage weaning procedures can improve the poor body weight gain of piglets in the early stage of postweaning.

Key words: Weaned piglet, weaning procedure, Growth performance.

---

(1) Contribution No. 2713 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Industry Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Nutrition Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 91201, Taiwan, R. O. C.

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



# 高產蛋數臺灣土雞近親品系台畜一號之選育<sup>(1)</sup>

林德育<sup>(2)</sup> 賴永裕<sup>(2)</sup> 蔡銘洋<sup>(3)</sup> 劉曉龍<sup>(3)</sup> 洪哲明<sup>(3)</sup> 朱家德<sup>(2)</sup>  
張秀鑾<sup>(4)</sup> 吳明哲<sup>(2)</sup> 曾淑貞<sup>(5)(6)</sup>

收件日期：111 年 3 月 31 日；接受日期：111 年 9 月 6 日

## 摘 要

產蛋數是商業蛋雞的重要經濟性狀，種雞產蛋數與商業肉雞產業更是直接影響到生產效益的重要性狀。本研究應用臺灣土雞近親品系台畜一號 L7、L9、L11 及 L12 品系族群進行高產蛋數選育，為改進近親品系台畜一號之產蛋性能，建立高產蛋數選育技術範例，依據雞隻個體 16 週齡體重與母雞達 40 週齡產蛋數進行種雞選留與繁殖更新世代。經五個世代選育後，公雞與母雞 16 週齡平均體重有明顯上升 ( $P < 0.05$ )，母雞平均初產日齡、初產蛋重、40 週齡蛋重平均及達 40 週齡產蛋數在世代間皆存在顯著差異 ( $P < 0.001$ ) 與改進。品系 L7、L9、L11 及 L12 之 G4 世代母雞的達 40 週齡產蛋數平均分別為 99.6、90.0、99.5 及 89.4 個，皆較 G0 世代母雞者高，且分別增加 39.1、51.5、37.8 及 36.1%。雞隻 16 週齡平均體重與母雞 40 週齡蛋重平均並未因產蛋數的增加而減輕，反而顯著地提高。本試驗應用獨立淘汰法來進行土雞高產蛋數族群的選育，確實可有效地提升母雞達 40 週齡產蛋數，且對雞隻 16 週齡的體重與 40 週齡蛋重平均亦有顯著的改善，可作為種雞業者改善近親品系母雞產蛋數的選育技術範例。

關鍵詞：雞、體重、產蛋性能、選育。

## 緒 言

臺灣肉雞產業可分為白肉雞與有色肉雞，有色肉雞的雞種包括紅羽土雞、黑羽土雞、珍珠雞、鬥雞、烏骨雞及傳統土雞。有色肉雞以紅羽土雞與黑羽土雞為主要雞種，占有色肉雞產量的 85%，而珍珠雞、烏骨雞、鬥雞、傳統土雞、竹北仿雞及閩雞等產量則占 15%。母雞產蛋數少是紅羽土雞與黑羽土雞的選種問題 (趙等, 2005)。紅羽土雞由於開產日齡晚、產蛋日數少及產蛋期產蛋率低，造成產蛋數較黑羽土雞少 (李等, 2005)。繁殖性狀，尤其是產蛋量，是雞最重要的經濟考量的性狀 (Liu *et al.*, 2010)，產蛋數是一種多基因遺傳性狀，具有低至中等遺傳力，受遺傳組成和環境因素的影響 (Zhang *et al.*, 2012; Qin *et al.*, 2015)。產蛋數是家禽育種中重要的繁殖性狀 (Liu *et al.*, 2019)，產蛋性能通常也反映出雞的繁殖性能 (Du *et al.*, 2020)。因此，業界對高產蛋數土雞雞種的選育技術研發極為殷切期盼。

雞肉是小型農場最受歡迎和常見的肉類來源，通常可以在最短的時間內生產出來 (Pramanik *et al.*, 2020)，土雞在大多數開發中國家與低度開發國家的農村經濟中發揮著重要作用，在農村貧困與邊緣化的人群之輔助收入發揮著重要貢獻，並為這些人提供了營養豐富的雞蛋和雞肉 (Magothe *et al.*, 2012)。本地種家禽的經濟性能可以藉由飼養、營養及更好的健康照護來提高，而性能的遺傳改良可以應用選育與雜交或通過選育與雜交兩者的運用來實現。運用育種進行性能改進可能很耗時，但此性能的改進將是永久性的 (Padhi, 2016)，藉由適當的選育與有計畫的配種是可以有效地改善土雞後代的經濟性狀 (Faruque *et al.*, 2017)。

臺灣土雞近親品系原係臺灣省畜產試驗所於 1985 – 1986 年間，自新竹、臺中、嘉義、臺南、高雄、臺東與花蓮等縣市收集體型小、腳脛細與具單冠等特色之有色羽毛種土雞，經特性純化與全同胞配種選育而成 (戴等, 1995; 1996a)。「臺灣土雞近親品系台畜一號」有四個近親品系，品系代碼分別為 L7、L9、L11 及 L12，這四個品

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2714 號。  
(2) 行政院農業委員會畜產試驗所遺傳育種組。  
(3) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。  
(4) 國立屏東科技大學動物科學與畜產系。  
(5) 中華醫事科技大學醫學檢驗生物技術系。  
(6) 通訊作者，E-mail: shwujen20200620@gmail.com。



系間在外觀與性能表現上有明顯的差異，並於 1997 年通過新品種命名為「近親土雞台畜一號」，為臺灣第一個通過命名登記的土雞。同時，此四個近親品系依全互交的二元雜交組合測試及田間試驗結果，分別為生長性能優良之 L12 (♂) × L9 (♀) 為畜試公系二元組合，而產蛋性能優良之 L7 (♂) × L11 (♀) 為畜試母系二元組合 (戴等, 1996b)，且在不同田間飼養場之產蛋能力均較佳 (戴等, 1997a)；畜試公系命名為「畜試土雞台畜公十一號」，畜試母系命名為「畜試土雞台畜母十二號」，已推廣民間種雞場飼養，作為商用肉土雞之親代，其雜交生產之四元後代做為商用肉土雞則命名為「畜試土雞台畜肉十三號」，商用肉土雞之生長性能良好，尤其是肉質與風味具佳，經數次品評會之品評結果，深獲好評，頗受一般消費大眾之讚賞與肯定。

產蛋數是商業蛋雞的重要經濟性狀，對於種雞與商業肉雞生產業者更是直接影響到經濟效益的重要性狀。Chung *et al.* (2006) 以 12 個世代臺灣土雞近親品系台畜一號母雞繁殖性能資料估算母雞達 40 週齡產蛋數之遺傳變異率為 0.23。利用臺灣土雞近親品系台畜一號品系九 (L9) 與畜試所單冠來亨雞 P 品系 (P) 建立雞基因定位研究之參考族群，於進行正反雜交產生雜交一代後，再以全同胞配種生產雜交二代。雜交一代組合為 P9 (來亨雞 P ♂ × L9 ♀) 與 9P (L9 ♂ × 來亨雞 P ♀)。比較不同雜交組合之雜交一代與雜交二代雞隻的 40 週齡之表現，結果顯示雜交一代之 P9 母雞較 9P 母雞有較高的 40 週齡產蛋數 ( $P < 0.001$ )，但在雜交二代母雞之產蛋數無顯著差異 (林等, 2010)。為建立高產蛋數土雞種的選育技術平臺，本研究將臺灣土雞近親品系台畜一號四個近親品系 L7、L9、L11 及 L12 作為選育試驗雞群，應用獨立淘汰法與小族群選育來改進雞隻 16 週齡體重與母雞 40 週齡產蛋數，期建立高產蛋數選育技術範例。

## 材料與方法

### I. 試驗動物

本研究經行政院農業委員會畜產試驗所 (以下簡稱畜試所) 實驗動物照護及使用小組審查核准 (IACUC 編號畜試動字 97026、98009、99017 及 100-07)。選留臺灣土雞近親品系台畜一號 76 隻達 40 週齡產蛋數 80 個以上的品系 L7 母雞、49 隻品系 L9 達 40 週齡產蛋數 80 個以上的母雞、67 隻品系 L11 達 40 週齡產蛋數 100 個以上的母雞及 55 隻品系 L12 達 40 週齡產蛋數 80 個以上的母雞，以及與選留母雞為全同胞之公雞各 10 隻，作為選育族群之基礎族群 (G0 世代)，進行小族群系譜繁殖之土雞高產蛋數選育。於 G0 世代候選種雞群中，品系 L7、L9、L11 及 L12 分別選留 10 公 36 母、9 公 33 母、10 公 42 母及 10 公 38 母進行配種繁殖 G1 世代。品系 L7、L9、L11 及 L12 種公雞選留率分別 4.2 (10/239)、6.6 (9/136)、2.5 (10/393) 及 3.5% (10/285)，種母雞選留率分別 11.1 (36/325)、13.0 (33/254)、7.5 (42/558) 及 9.8% (38/389) (如表 1)。

### II. 飼養管理

雞隻於育成期間水與飼料任食，小雞於 0 – 3 週時於育雛舍以平飼保溫育雛，4 – 17 週齡於平飼或高床飼養。小雞於 0 – 3 週齡餵飼含 21% 粗蛋白質與 3,100 kcal/kg 可代謝能之飼糧；生長雞於 4 – 6 週齡餵飼含 18% 粗蛋白質與 2,900 kcal/kg 可代謝能之飼糧；於 7 – 9 週齡餵飼含 15% 粗蛋白質與 2,850 kcal/kg 可代謝能之飼糧；於 10 – 17 週齡餵飼含 14% 粗蛋白質與 2,800 kcal/kg 可代謝能之大雞料；候選種母雞於 18 週齡以後上個別產蛋籠 [寬 24 × 深 30 × 高 30 – 36 cm (前端 36 cm，後端 30 cm)]，進行產蛋性能檢定，母雞於 18 – 19 週齡餵飼含 17% 粗蛋白質與 2,700 kcal/kg 可代謝能及 2.0% 鈣之飼糧，母雞於 20 週齡以後餵飼含 17% 粗蛋白質與 2,700 kcal/kg 可代謝能及 3.8% 鈣之飼糧；候選種公雞於 18 週齡以後上個別公雞籠 (長 45 × 寬 30 × 高 60 cm)，於 18 – 19 週齡仍餵飼大雞料，20 週齡以後餵飼種公雞料 (12% 粗蛋白質與 2,700 kcal/kg 可代謝能及 0.7% 鈣)，水與飼料任食 (劉等, 2010)。

### III. 種蛋收集與孵化作業

種雞於 33 週齡開始採人工授精進行系譜配種繁殖，每 5 天進行人工授精，直到 36 週齡結束。授精後第 2 天開始收集種蛋，每顆種蛋以鉛筆標記母雞編號與日期後移入 14 – 16°C 貯蛋室，種蛋於貯蛋室超過 10 日以上則進行翻蛋以確保良好孵化率。種蛋入孵後 10 – 12 天進行驗蛋，將無精蛋與初期中止蛋移出孵化種蛋盤，有受精的種蛋繼續孵化，於入孵後第 18 – 19 天將同一隻母雞生的種蛋移入鐵絲籠中以確保雞雛孵化後系譜的正確性，並移入發生機中進行後續孵化；於入孵後第 21 天進行出雛作業與雞雛掛翼號。

### IV. 資料收集與種雞選育

- (i) 雞隻孵化紀錄、個體基本資料及性能檢定等相關資料皆建置於畜試所臺灣畜產種原資訊網 (<https://www.angrin.tlri.gov.tw/>) 之雞育種資料庫。G0 代至 G4 代候選種雞係依據雞隻 16 週齡體重與其雌親達 40 週齡產

蛋數進行選留上籠，上籠母雞進行產蛋性能檢定，每個世代候選種母雞依據其達 30 週齡產蛋數與其雌親達 40 週齡產蛋數的總和排序，來選留 40 – 60 隻作為種母雞，依據候選種公雞之精子品質選留 10 隻種公雞。種公雞與種母雞採人工授精進行系譜配種，與配之種母雞與種公雞儘可能避免全同胞配種，如有，則仍允許有全同胞配種。

表 1. 高產蛋數臺灣土雞近親品系台畜一號之選育族群

Table 1. Selection flock of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1

Generations	Incubation batch	Incubation date (year/month/day)	Line	No. of chicks studied		Parents		Selection percentage	
				M	F	M	F	M	F
G0	3	2006/11/15	L7	239	325	10	36	4.2	11.1
		2006/12/06	L9	136	254	9	33	6.6	13.0
		2006/12/27	L11	393	558	10	42	2.5	7.5
			L12	285	389	10	38	3.5	9.8
G1	3	2008/02/27	L7	73	104	8	42	11.0	40.4
		2008/03/19	L9	181	163	10	52	5.5	31.9
		2008/04/09	L11	191	205	10	53	5.2	25.4
			L12	111	125	10	47	9.0	37.6
G2	1	2008/12/02	L7	47	81	10	47	21.3	58.0
			L9	142	146	10	48	7.0	32.9
			L11	164	152	10	53	6.1	34.9
			L12	74	103	10	53	13.5	51.4
G3	2	2009/09/10	L7	246	274	10	57	4.1	20.8
		2009/09/24	L9	280	286	10	51	3.6	17.8
			L11	378	424	10	54	2.6	12.7
			L12	242	283	10	53	4.1	18.7
G4	2	2010/06/01	L7	229	215	10	47	4.4	21.9
		2010/06/15	L9	166	242	10	49	6.0	20.2
			L11	267	302	10	49	3.7	16.2
			L12	167	163	10	48	6.0	29.4
Total				4,011	4,794	197	952	4.9	19.9

M: Male, F: Female.

- (ii) 生長性能檢定：生長雞於 16 週齡時進行體重測量，並將性能資料建置於臺灣畜產種原資訊網雞育種資料庫中。
- (iii) 雞隻於 16 週齡時進行雞雛白痢 (pullorum disease, PD) 篩檢，雞雛白痢篩檢係採不加抗凝劑的全血，送財團法人中央畜產會家禽保健南區檢驗室進行雛白痢平板凝集反應檢測，雛白痢陽性反應雞隻逕行淘汰不予選留。
- (iv) 產蛋性能檢定：候選種母雞於 17 週齡時移入種雞舍之個別產蛋籠進行產蛋性能檢定，檢定項目包括，初產日齡 (age at first egg, AFE) 為母雞產第一個蛋時的日齡，初產蛋重 (egg weight at first egg, EWFE) 為母雞產第一個蛋的蛋重，40 週齡蛋重平均 (average egg weight at 40 week of age, EW40) 為母雞達 40 週齡後連續收 5 天蛋的平均蛋重，達 40 週齡產蛋數 (egg numbers up to the 40 weeks of age, EN40) 為母雞從初產至 40 週齡時所產的總蛋數 (林等, 2010)，並將母雞產蛋性能資料建置於臺灣畜產種原資訊網雞育種資料庫中。
- (v) G1 世代至 G4 世代之候選種公雞於 30 週齡進行精子品質檢測，利用電腦輔助精液分析儀 (computer-assisted semen analysis, CASA) 來分析精子的活動精子率與直線運動精子率。依據候選種公雞之活動精子率 (> 70) 與直線運動精子率 (> 30) 擇優選出 10 隻做為種公雞進行配種繁殖下一世代。
- (vi) 以獨立淘汰法分別於雞隻 18 週齡前，淘汰雛白痢陽性與外觀不佳的雞隻，並依據個體 16 週齡體重與其雌親達 40 週齡產蛋數進行候選種公雞與種母雞選留，公雞選留體重最重的 10%，母雞選留 16 週齡體重大於等於同批次平均體重減 0.5 個標準偏差的個體，再將候選種雞移入種雞舍上籠，進行產蛋性能檢定。

## V. 統計分析

利用 SAS 統計分析軟體 (SAS, 2012)，將不同性別資料分開，並以一般線性模式程序 (general linear model procedure) 進行變方分析，比較臺灣土雞近親品系台畜一號四個近親品系與不同選育世代雞隻之生長性能與母雞產蛋性能之平均值間的差異顯著性。

# 結果與討論

## I. 選育族群種雞選留率

選拔試驗雞隻其各代選拔族群，總計檢定公雞 4,011 隻與母雞 4,794 隻。各代實際有後代的公雞與母雞隻數如表 1。經計算選拔強度結果，各世代公雞之選拔百分率介於 2.5 – 21.3 母雞則介於 7.5 – 58.0%，平均選留率分別為 4.9 與 19.9%。品系 L7 選育族群公雞與母雞之各世代選留率範圍分別為 4.1 – 21.3 與 11.1 – 58.0%，平均選留率分別為 5.8 與 23.0%。品系 L9 選育族群公雞與母雞之各世代選留率範圍分別為 3.6 – 7.0 與 13.0 – 32.9%，平均選留率分別為 5.4 與 21.4%。品系 L11 選育族群公雞與母雞之各世代選留率範圍分別為 2.5 – 6.1 與 7.5 – 34.9%，平均選留率分別為 3.6 與 15.3%。品系 L12 選育族群公雞與母雞之各世代選留率範圍分別為 3.5 – 13.5 與 9.8 – 51.4%，平均選留率分別為 5.7 與 22.5%。

## II. 選育族群不同世代雞隻之生長性能檢定

比較選育族群四個品系公雞與母雞之 16 週齡體重，在不同世代皆有顯著差異 ( $P < 0.001$ )。選育後之 G5 世代，臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L7 的公雞與母雞之 16 週齡體重最重分別可達 2,248 與 1,790 g，平均體重則分別為 1,788 與 1,361 g (表 2)；品系 L9 的公雞與母雞之 16 週齡體重最重分別可達 2,356 與 1,705 g，平均體重分別為 1,907 與 1,419 g (表 3)；品系 L11 的公雞與母雞之 16 週齡體重最重分別可達 2,574 與 2,064 g，平均體重分別為 2,074 與 1,583 g (表 4)。品系 L12 的公雞與母雞之 16 週齡體重最重可達 2,379 與 1,789 g，平均體重則為 1,904 與 1,439 g (表 5)。比較選育前 (G0 世代) 與選育後 (G5 世代) 四個品系的公雞與母雞之 16 週齡體重皆有顯著性的增加，品系 L7、L9、L11 及 L12 之公雞平均 16 週齡體重分別增加 6.9 (115/1,673)、8.8 (154/1,753)、18.9 (330/1,744) 及 8.3% (146/1,758)，母雞平均 16 週齡體重分別增加 11.0 (135/1,226)、12.8 (161/1,258)、23.5 (301/1,282) 及 10.9% (142/1,297)。

表 2. 臺灣土雞近親品系台畜一號選育族群品系 L7 不同世代公雞與母雞 16 週齡平均體重

Table 2. The cocks' and hens' average body weights at 16 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L7 selection flock

L7 Generation	BW16 (g)			BW16 (g)		
	Male	Maximum	Mean $\pm$ SD	Female	Maximum	Mean $\pm$ SD
G0	239	2,144	1,673 $\pm$ 198 <sup>b</sup>	325	1,688	1,226 $\pm$ 148 <sup>c</sup>
G1	73	1,920	1,447 $\pm$ 240 <sup>d</sup>	105	1,424	1,090 $\pm$ 154 <sup>d</sup>
G2	47	1,948	1,543 $\pm$ 212 <sup>c</sup>	81	1,430	1,108 $\pm$ 134 <sup>d</sup>
G3	246	2,282	1,678 $\pm$ 169 <sup>b</sup>	274	1,755	1,231 $\pm$ 127 <sup>c</sup>
G4	233	2,170	1,711 $\pm$ 173 <sup>b</sup>	218	1,568	1,270 $\pm$ 121 <sup>b</sup>
G5	121	2,248	1,788 $\pm$ 183 <sup>a</sup>	178	1,790	1,361 $\pm$ 143 <sup>a</sup>

BW16: body weight at 16 weeks of age, SD: standard deviation.

<sup>a, b, c, d</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

臺灣土雞高畜 11 號品系 16 週齡體重遺傳率 0.326，屬中遺傳率 (梁等, 2017)。檢視 1997 年「近親土雞台畜一號」命名資料，四品系 L7、L9、L11 及 L12 公雞平均 16 週齡體重分別為 1,573、1,866、1,951 及 1,942 g，母雞平均 16 週齡體重分別為 1,227、1,481、1,468 及 1,509 g (戴等, 1997b)。選育前 (G0 世代) 四品系 L7、L9、L11 及 L12 公雞平均 16 週齡體重分別為 1,673、1,753、1,744 及 1,758 g，母雞平均 16 週齡體重分別為 1,226、1,258、1,282 及 1,297 g，相較於命名資料中之品系 L9 與 L11 在公雞與母雞之平均 16 週齡體重皆有明顯下降，可能是這兩個品系在畜試土雞生產體系中是提供二元雜交組合畜試土雞台畜公十一號與畜試土雞台畜母十二號的母系來源，又長期以全同胞配種且較注重產蛋性能所致；而品系 L7 公雞之平均 16 週齡體重有明顯上

表 3. 臺灣土雞近親品系台畜一號選育族群品系 L9 不同世代公雞與母雞 16 週齡平均體重

Table 3. The cocks' and hens' average body weights at 16 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L9 selection flock

L9 Generation	BW16 (g)			BW16 (g)		
	Male	Maximum	Mean $\pm$ SD	Female	Maximum	Mean $\pm$ SD
G0	166	2,932	1,753 $\pm$ 323 <sup>c</sup>	254	2,235	1,258 $\pm$ 189 <sup>c</sup>
G1	181	2,318	1,628 $\pm$ 222 <sup>d</sup>	164	1,792	1,173 $\pm$ 161 <sup>d</sup>
G2	142	2,156	1,645 $\pm$ 255 <sup>d</sup>	146	1,560	1,149 $\pm$ 164 <sup>d</sup>
G3	281	2,775	1,846 $\pm$ 219 <sup>b</sup>	286	2,046	1,355 $\pm$ 168 <sup>b</sup>
G4	167	2,460	1,838 $\pm$ 217 <sup>b</sup>	244	1,926	1,387 $\pm$ 172 <sup>b</sup>
G5	137	2,356	1,907 $\pm$ 214 <sup>a</sup>	143	1,705	1,419 $\pm$ 143 <sup>a</sup>

BW16: body weight at 16 weeks of age, SD: standard deviation.

<sup>a, b, c, d</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

表 4. 臺灣土雞近親品系台畜一號選育族群品系 L11 不同世代公雞與母雞 16 週齡平均體重

Table 4. The cocks' and hens' average body weights at 16 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L11 selection flock

L11 Generation	BW16 (g)			BW16 (g)		
	Male	Maximum	Mean $\pm$ SD	Female	Maximum	Mean $\pm$ SD
G0	393	2,448	1,744 $\pm$ 235 <sup>d</sup>	558	2,268	1,282 $\pm$ 171 <sup>d</sup>
G1	193	2,314	1,675 $\pm$ 217 <sup>e</sup>	205	1,721	1,248 $\pm$ 137 <sup>e</sup>
G2	164	2,336	1,666 $\pm$ 239 <sup>e</sup>	152	1,764	1,212 $\pm$ 177 <sup>f</sup>
G3	378	2,800	2,019 $\pm$ 216 <sup>b</sup>	424	2,190	1,495 $\pm$ 179 <sup>b</sup>
G4	268	2,730	1,853 $\pm$ 213 <sup>c</sup>	303	2,025	1,394 $\pm$ 171 <sup>c</sup>
G5	232	2,574	2,074 $\pm$ 222 <sup>a</sup>	221	2,064	1,583 $\pm$ 168 <sup>a</sup>

BW16: Body weight at 16 weeks of age.

<sup>a, b, c, d, e, f</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

表 5. 臺灣土雞近親品系台畜一號選育族群品系 L12 不同世代公雞與母雞 16 週齡平均體重

Table 5. The cocks' and hens' average body weights at 16 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L12 selection flock

L12 Generation	BW16 (g)			BW16 (g)		
	Male	Maximum	Mean $\pm$ SD	Female	Maximum	Mean $\pm$ SD
G0	285	2,770	1,758 $\pm$ 253 <sup>b</sup>	389	2,170	1,297 $\pm$ 214 <sup>b</sup>
G1	111	2,321	1,606 $\pm$ 293 <sup>c</sup>	125	1,643	1,193 $\pm$ 185 <sup>b</sup>
G2	74	1,980	1,489 $\pm$ 225 <sup>d</sup>	103	1,594	1,103 $\pm$ 205 <sup>c</sup>
G3	242	2,619	1,900 $\pm$ 243 <sup>a</sup>	283	1,810	1,409 $\pm$ 163 <sup>a</sup>
G4	168	2,535	1,865 $\pm$ 227 <sup>a</sup>	163	1,978	1,420 $\pm$ 175 <sup>a</sup>
G5	132	2,379	1,904 $\pm$ 189 <sup>a</sup>	136	1,789	1,439 $\pm$ 146 <sup>a</sup>

BW16: body weight at 16 weeks of age, SD: standard deviation.

<sup>a, b, c, d</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

升，可能因該品系為二元雜交組合畜試土雞台畜母十二號的公系來源，雖然亦長期以全同胞配種，但由於該品系有機會擴大且較著重生長性能所致；而品系 L12 在公雞與母雞之平均 16 週齡體重皆有明顯下降，可能因該品系為二元雜交組合畜試土雞台畜母十一號的公系來源，由於畜試土雞台畜母十一號為四元組合畜試土雞台畜肉十三號之公系來源，推廣需求量較少，而品系 L12 母雞之產蛋性能也較差，因此在更新世代的族群數也較少，再加上全同胞配種方式，導致可選留的種雞之平均 16 週齡體重下降，進而整個族群到本選育計畫開始前雞隻的



平均 16 週齡體重較命名時有明顯的下降。本研究改採用個體性狀之五個世代高產蛋數的選育後，比較選育後與 1997 年「近親土雞台畜一號」命名資料，品系 L7 的公雞與母雞之 16 週齡平均體重分別增加 215 g (1,788 – 1,573 g) 與 134 g (1,361 – 1,227 g)、品系 L9 的公雞與母雞之 16 週齡平均體重分別增加 41 g (1,907 – 1,866 g) 與 -62 g (1,419 – 1,481 g)、品系 L11 的公雞與母雞之 16 週齡平均體重分別增加 123 g (2,074 – 1,951 g) 與 115 g (1,583 – 1,468 g) 及品系 L12 的公雞與母雞之 16 週齡平均體重分別增加 -38 g (1,904 – 1,942 g) 與 -70 g (1,439 – 1,509 g)。作為畜試土雞生產體系之雜交生產二元母系的親本品系 L7 與品系 L11 之公雞與母雞的 16 週齡平均體重較命名時的平均體重增加，而作為雜交生產二元公系的親本品系 L12 與品系 L9 之公雞與母雞的 16 週齡平均體重較命名時的平均體重略輕。

### III. 選育族群不同世代雞隻之雛白痢檢測結果

雛白痢沙門氏桿菌 (*Salmonella pullorum*, SP) 為雛白痢的病原菌，也是禽類的重要病原菌，對家禽業構成嚴重威脅 (Barrow and Freitas Neto, 2011)。雛白痢在各年齡層的雞隻都可能感染發病，在 2 至 3 週齡雞隻常造成急性爆發，引起重大的經濟損失 (官等, 2016)。雛白痢沙門氏桿菌的傳播在水平和垂直感染都有發生，但空氣傳播的感染卻一直被忽視 (Cheng *et al.*, 2020)。它會引起嚴重的傳染性白痢病，主要發生在幼雞和一些其他家禽身上，重要的是，幼雞的死亡率更高 (Shivaprasad, 2000)。Wang *et al.* (2007) 於 2005 年共檢驗臺灣雞場 4,767 隻雞隻血清樣品，分別來自 66 家肉種雞場、33 家肉雞場、152 家仿土雞場及 41 家蛋雞場，共 292 場；以平板凝集反應檢測 SP 抗體，結果顯示白肉種雞、白肉雞、仿土雞、蛋雞場之雞隻雛白痢陽性率分別為 26、15、30 及 54%，總陽性率為 31%。鍾等 (2002) 應用行政院農業委員會家畜衛生試驗所雛白痢診斷液作平板凝集試驗檢測臺灣土雞近親品系台畜一號四個近親品系土雞，品系 L7 公雞與母雞分別為 11.4 與 16.6%、品系 L9 公雞與母雞分別為 8.2 與 8.5%、品系 L11 公雞與母雞分別為 9.2 與 15.0% 及品系 L12 公雞與母雞分別為 2.2 與 11.8%。

從家畜衛生試驗所於獸醫科技資訊網 ([https://view.php?theme=web\\_structure&subtheme=&id=581](https://view.php?theme=web_structure&subtheme=&id=581)) 發表該所研發之雛白痢診斷液與美日進口之雛白痢檢測診斷液的精確性比較試驗結果，顯示對雞隻接種病原菌後 6 – 12 天血清抗體的檢出率存在差異。選育族群雞隻於 16 週齡採血送財團法人中央畜產會家禽保健南區檢驗室檢測雛白痢。G1 世代至 G3 世代雞隻血樣是以同一進口雛白痢診斷試劑進行血清平板凝集反應檢測，陽性率分別為 18.2 (219/1,206)、2.0 (12/602) 及 2.9% (28/951)。雛白痢陽性雞立即淘汰，選留雛白痢陰性的雞隻留種，雛白痢陽性率有明顯地減少。G4 世代與 G5 世代雞隻血樣該檢驗室改以家畜衛生試驗所雛白痢診斷液進行血清平板凝集反應檢測，陽性率分別為 19.2 (152/790) 與 5.8% (41/706)，雛白痢陽性率也有明顯地減少。整個選育族群 G4 世代送檢雞隻平均雛白痢陽性率為 19.2%，顯然較 G2 世代與 G3 世代雞隻檢出較高的雛白痢陽性率 (表 6)，推測是由於改用不同檢測試劑所致，而在 G5 世代雞隻雛白痢的檢測結果顯示，在不同品系的雛白痢陽性率都有顯著地降低。本研究以不同雛白痢試劑進行選育族群雞隻篩檢，皆隨著陽性反應雞隻淘汰不留種而有降低陽性率的趨勢，顯示應用此方法可以有效地降低雞群雛白痢的發生。

### IV. 選育族群不同世代母雞之產蛋性能檢定

臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L7 選育後 (G4 世代) 母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 148 天與 36.1 g，選育前 (G0 世代) 母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 160 天與 30.5 g，母雞平均初產日齡提早 12 天，平均初產蛋重提高 5.6 g。G4 世代母雞 40 週齡蛋重平均為 43.9 g，而母雞達 40 週齡產蛋數最多可生 126 個，平均達 99.6 個蛋 (表 7)。G4 世代較 G0 世代品系 L7 母雞 40 週齡的平均蛋重提高了 7.3% (3.0/40.9)，而達 40 週齡產蛋數提高了 39.1% (28.0/71.6)。品系 L9 在 G4 世代母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 143 天與 32.2 g，G0 世代母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 152 天與 29.6 g，母雞平均初產日齡提早 9 天，平均初產蛋重提高 2.6 g。G4 世代母雞在 40 週齡蛋重平均為 48.6 g，達 40 週齡產蛋數最多可生 133 個，平均達 90.0 個蛋 (表 8)。選育後較選育前母雞 40 週齡蛋重平均提高了 9.0% (4.0/44.6)，而達 40 週齡產蛋數提高了 51.5% (30.6/59.4)。品系 L11 在 G4 世代母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 143 天與 31.1 g，G0 世代母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 155 天與 29.8 g，母雞平均初產日齡提早 12 天，平均初產蛋重提高 1.3 g。G4 世代母雞 40 週齡蛋重平均為 49.1 g，而達 40 週齡產蛋數最多可生 132 個，平均達 99.5 個蛋 (表 9)。選育後較選育前母雞 40 週齡蛋重平均提高了 6.3% (2.9/46.2)，而達 40 週齡產蛋數提高了 37.8% (27.3/72.2)。品系 L12 在 G4 世代母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 151 天與 34.2 g，G0 世代母雞之平均初產日齡與初產蛋重分別為 171 天與 32.8 g，母雞平均初產日齡提早 20 天，平均初產蛋重提高 1.4 g。G4 世代母雞 40 週齡蛋重平均為 47.6 g，達 40 週齡的產蛋數最多可生 114 個，平均達 89.4 個蛋 (表 10)。選育後較選育前母雞 40 週齡蛋重平均提高了 9.2% (4.0/43.6)，而達 40 週齡產蛋數提高了 36.1% (23.7/65.7)。分析選育族群不同世代四個品系母雞初產日齡、初產蛋重、40 週齡蛋重平均及達 40 週齡產蛋數。品系 L7、L9、L11 及 L12 母雞初產日齡在世代間皆有顯著差異



( $P < 0.001$ )，而母雞最早於 120 日齡產下第一個蛋，G3 世代母雞較其它世代者早熟，G4 世代品系 L9 與 L11 母雞平均初產日齡較品系 L7 與 L12 母雞者早；母雞初產蛋重在四個品系則在世代間皆有顯著差異 ( $P < 0.001$ )，G4 世代四個品系母雞平均初產蛋重在 31.1 – 36.1 g，四個品系母雞平均初產蛋重以品系 L7 最重 (36.1 g)，而以 L11 最輕 (31.1 g)。初產蛋重並未隨選育世代而變輕；四個品系母雞 40 週齡蛋重平均在世代間皆有顯著差異 ( $P < 0.001$ )，品系 L7 母雞 40 週齡蛋重平均最輕 (43.9 g)，而品系 L11 母雞者最重 (49.4 g)；四個品系母雞達 40 週齡產蛋數在世代間皆有顯著差異 ( $P < 0.001$ )，G4 世代四個品系母雞平均達 40 週齡產蛋數依序為以品系 L7 (99.6 個) 與品系 L11 (99.5 個) 最高，品系 L9 (90.0 個) 與品系 L12 (89.4 個) 最低。

表 6. 臺灣土雞近親品系台畜一號選育族群不同世代與品系雞隻雛白痢血清平板反應陽性率

Table 6. The positive rate of serum plate agglutination test of pullorum disease in different lines and different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 selection flock

Generations*	Lines	Birds	No. of positive	positive rate (%)
G1	L7	179	37	20.7
	L9	364	65	17.8
	L11	425	82	19.3
	L12	238	35	14.7
G2	L7	103	1	1.0
	L9	173	1	0.6
	L11	194	1	0.5
	L12	132	9	6.8
G3	L7	176	11	6.3
	L9	224	3	1.3
	L11	402	13	3.2
	L12	149	1	0.7
G4	L7	185	41	22.2
	L9	196	36	18.4
	L11	230	32	13.9
	L12	179	43	24.0
G5	L7	182	15	8.2
	L9	148	8	5.4
	L11	248	15	6.0
	L12	128	3	2.3

\* The blood samples of chickens from G1 to G3 generations were tested by the same imported pullorum disease diagnostic reagent, while the blood samples of the chickens of G4 and G5 generations were tested by the pullorum disease diagnostic solution developed by the Animal Health Research Institute.

表 7. 臺灣土雞近親品系台畜一號選育族群品系 L7 不同世代母雞產蛋性能比較

Table 7. Comparison of the hens' egg production performance in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L7 selection flock

L7 Generation	AFE <sup>1</sup>	EWFE, g	EW40, g	EN40
G0	160 ± 14 <sup>a</sup> (284)	30.5 ± 6.6 <sup>b</sup> (284)	40.9 ± 3.3 <sup>b</sup> (239)	71.6 ± 20.7 <sup>d</sup> (284)
G1	158 ± 10 <sup>a</sup> (65)	30.5 ± 4.8 <sup>b</sup> (65)	39.6 ± 3.7 <sup>c</sup> (63)	82.8 ± 20.0 <sup>c</sup> (65)
G2	161 ± 11 <sup>a</sup> (75)	30.4 ± 5.7 <sup>b</sup> (75)	41.3 ± 3.2 <sup>b</sup> (66)	81.9 ± 15.7 <sup>c</sup> (75)
G3	143 ± 9 <sup>c</sup> (82)	31.9 ± 6.7 <sup>b</sup> (82)	41.4 ± 2.9 <sup>b</sup> (74)	88.8 ± 23.2 <sup>b</sup> (82)
G4	148 ± 8 <sup>b</sup> (121)	36.1 ± 8.6 <sup>a</sup> (121)	43.9 ± 3.0 <sup>a</sup> (114)	99.6 ± 11.4 <sup>a</sup> (121)

Mean ± standard deviation.

The number in a parenthesis represents the birds tested.

<sup>1</sup> AFE: age at first egg, EWFE: egg weight at first egg, EW40: average egg weight at 40 week of age, and EN40: egg numbers up to the 40 weeks of age.

<sup>a, b, c, d</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.001$ ).

表 8. 臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L9 選育族群不同世代母雞產蛋性能比較

Table 8. Comparison of the egg production performance in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L9 selection flock

L9 Generation	AFE <sup>1</sup>	EWFE, g	EW40, g	EN40
G0	152 ± 13 <sup>b</sup> (222)	29.6 ± 5.9 <sup>cd</sup> (222)	44.6 ± 4.1 <sup>b</sup> (156)	59.4 ± 23.5 <sup>c</sup> (222)
G1	147 ± 9 <sup>c</sup> (115)	28.4 ± 3.6 <sup>d</sup> (115)	44.6 ± 3.4 <sup>b</sup> (104)	84.6 ± 20.2 <sup>a</sup> (115)
G2	156 ± 12 <sup>a</sup> (128)	30.0 ± 5.0 <sup>bc</sup> (128)	44.4 ± 3.1 <sup>b</sup> (110)	83.4 ± 20.4 <sup>a</sup> (128)
G3	135 ± 7 <sup>e</sup> (161)	31.4 ± 7.2 <sup>ab</sup> (161)	44.5 ± 4.1 <sup>b</sup> (116)	76.3 ± 26.5 <sup>b</sup> (161)
G4	143 ± 9 <sup>d</sup> (154)	32.2 ± 6.8 <sup>a</sup> (154)	48.6 ± 3.0 <sup>a</sup> (138)	90.0 ± 17.5 <sup>a</sup> (154)

Mean ± standard deviation.

The number in a parenthesis represents the birds tested.

<sup>1</sup> AFE: age at first egg, EWFE: egg weight at first egg, EW40: average egg weight at 40 week of age, and EN40: egg numbers up to the 40 weeks of age.

<sup>a, b, c, d, e</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.001$ ).

表 9. 臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L11 選育族群不同世代母雞產蛋性能比較

Table 9. Comparison of the egg production performance in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L11 selection flock

L11 Generation	AFE <sup>1</sup>	EWFE, g	EW40, g	EN40
G0	155 ± 20 <sup>a</sup> (487)	29.8 ± 5.7 <sup>a</sup> (222)	46.2 ± 3.7 <sup>bc</sup> (423)	72.2 ± 25.5 <sup>c</sup> (487)
G1	142 ± 11 <sup>b</sup> (96)	28.0 ± 5.0 <sup>b</sup> (115)	45.5 ± 3.7 <sup>c</sup> (90)	92.1 ± 24.0 <sup>b</sup> (96)
G2	155 ± 12 <sup>a</sup> (140)	30.6 ± 5.4 <sup>a</sup> (128)	46.7 ± 3.7 <sup>b</sup> (129)	88.0 ± 20.1 <sup>b</sup> (140)
G3	136 ± 8 <sup>c</sup> (291)	30.5 ± 7.3 <sup>a</sup> (161)	46.8 ± 3.4 <sup>b</sup> (263)	91.2 ± 25.5 <sup>b</sup> (291)
G4	143 ± 8 <sup>b</sup> (178)	31.1 ± 6.3 <sup>a</sup> (154)	49.1 ± 3.0 <sup>a</sup> (172)	99.5 ± 14.5 <sup>a</sup> (178)

Mean ± standard deviation.

The number in a parenthesis represents the birds tested.

<sup>1</sup> AFE: age at first egg, EWFE: egg weight at first egg, EW40: average egg weight at 40 week of age, and EN40: egg numbers up to the 40 weeks of age.

<sup>a, b, c</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.001$ ).

分析不同世代四個品系母雞達 40 週齡產蛋數之頻率分布。在 G4 世代母雞達 40 週齡產蛋數的累積頻率中，品系 L7 有 49.5% 的母雞達 40 週齡產 100 個蛋以上，產 110 個蛋以上的母雞達 18.2%，較 G0 世代母雞之產蛋數達 100 個蛋以上與 110 個蛋以上只有 6.7% 與 0.4% 有顯著的改進 (圖 1)；在品系 L9 中，G4 世代有 27.9% 的母雞達 40 週齡產 100 個蛋以上，產 110 個蛋以上的母雞達 11.0%，較 G0 世代母雞之產蛋數達 100 個蛋以上與 110 個蛋以上只有 5.4% 與 1.8% 亦有顯著的改進 (圖 2)；在品系 L11 中，G4 世代有 53.9% 的母雞達 40 週齡的產蛋數高於 100 個，產 110 個蛋以上的母雞達 23.5%，較 G0 世代母雞之產蛋數達 100 個蛋以上與 110 個蛋以上只有 12.5 與 3.7% 亦有顯著的改進 (圖 3)；而在品系 L12 中，G4 世代有 17.7% 的母雞達 40 週齡的產蛋數高於 100

個，產 110 個蛋以上的母雞達 4.2%，較 G0 世代母雞之產蛋數達 100 個蛋以上與 110 個蛋以上只有 2.8 與 0.9% 也有顯著的改進 (圖 4)。Nwagu *et al.* (2007) 在洛島紅 (Rhode Island) 雞產蛋數選育的資料分析結果顯示，母雞達 40 週齡產蛋數與 40 週齡體重間之遺傳相關性無顯著的趨勢，達 40 週齡產蛋數與 40 週齡蛋重平均間之遺傳相關性亦無顯著的趨勢，而母雞的初產日齡與達 40 週齡產蛋數呈高度負相關。林等 (2021) 依系譜與相關產蛋性能資料利用 VCE 6.0.2 軟體進行臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L7 母雞產蛋性狀遺傳參數估計，結果顯示母雞初產日齡 (AFE)、初產體重 (BWFE)、初產蛋重 (EWFE)、40 週齡體重 (BW40)、40 週齡平均蛋重 (EW40) 及達 40 週齡產蛋數 (EN40) 之遺傳率估值分別為 0.46、0.54、0.20、0.49、0.61 及 0.42；EN40 與 AFE 具遺傳負相關 ( $rg = -0.58$ )，EW40 與 BWFE 呈現遺傳正相關 ( $rg = 0.79$ )、EW40 與 BW40 呈現遺傳正相關 ( $rg = 0.63$ )，BWFE 與 BW40 呈現遺傳正相關 ( $rg = 0.76$ )。

表 10. 臺灣土雞近親品系台畜一號選育族群品系 L12 不同世代母雞產蛋性能比較

Table 10. Comparison of egg production performance in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 line L12 selection flock

L12 Generation	AFE <sup>1</sup>	EWFE, g	EW40, g	EN40
G0	171 ± 14 <sup>b</sup> (323)	32.8 ± 7.2 <sup>abc</sup> (323)	43.6 ± 3.6 <sup>c</sup> (274)	65.7 ± 20.3 <sup>b</sup> (323)
G1	162 ± 10 <sup>b</sup> (84)	30.9 ± 4.3 <sup>c</sup> (84)	44.9 ± 2.7 <sup>b</sup> (81)	75.4 ± 20.8 <sup>a</sup> (84)
G2	172 ± 13 <sup>a</sup> (79)	33.5 ± 5.4 <sup>ab</sup> (79)	46.3 ± 4.6 <sup>a</sup> (59)	59.4 ± 20.1 <sup>c</sup> (79)
G3	144 ± 9 <sup>c</sup> (85)	32.1 ± 7.3 <sup>bc</sup> (85)	44.2 ± 3.7 <sup>bc</sup> (76)	75.4 ± 24.3 <sup>a</sup> (85)
G4	151 ± 8 <sup>c</sup> (96)	34.2 ± 7.2 <sup>a</sup> (96)	47.6 ± 3.3 <sup>a</sup> (86)	89.4 ± 12.0 <sup>a</sup> (96)

Mean ± standard deviation.

The number in a parenthesis represents the birds tested.

<sup>1</sup> AFE: age at first egg, EWFE: egg weight at first egg, EW40: average egg weight at 40 week of age, and EN40: egg numbers up to the 40 weeks of age.

<sup>a, b, c</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.001$ ).

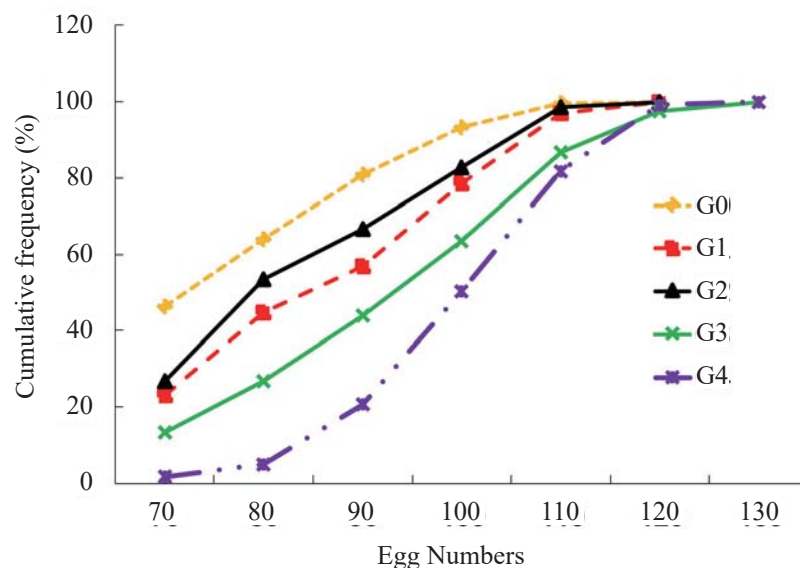


圖 1. 臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L7 選育族群不同世代母雞達 40 週齡產蛋數累積頻率。

Fig. 1. The cumulative frequency of hens' egg numbers up to the 40 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 Line L7 selection flock.

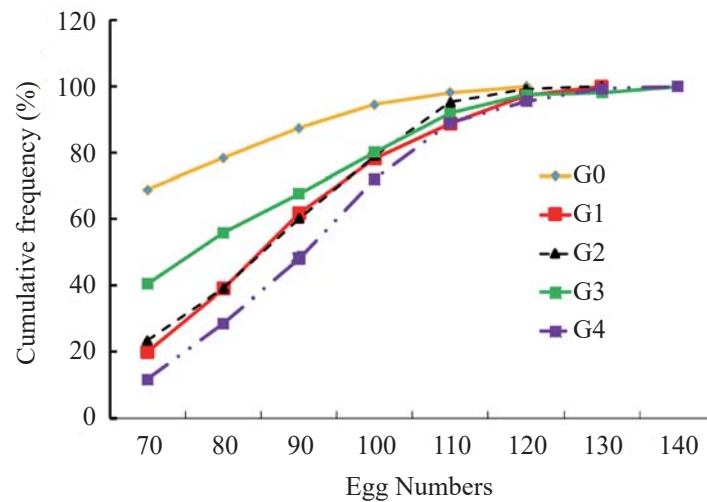


圖 2. 臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L9 選育族群不同世代母雞達 40 週齡產蛋數累積頻率。

Fig. 2. The cumulative frequency of hens' egg numbers up to the 40 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 Line L9 selection flock.

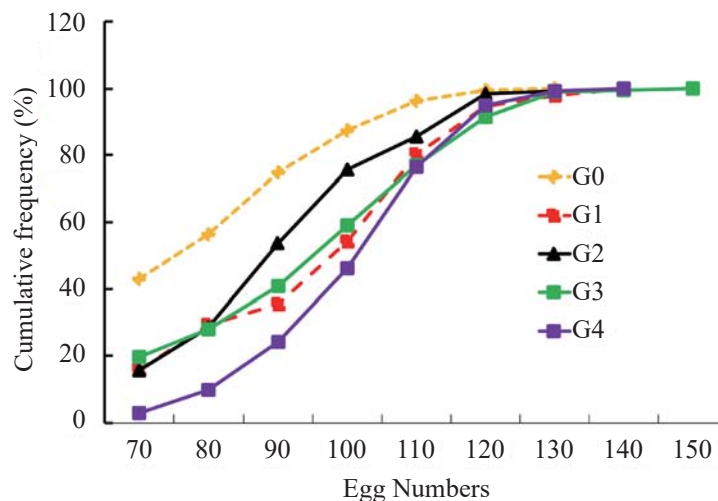


圖 3. 臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L11 選育族群不同世代母雞達 40 週齡產蛋數累積頻率。

Fig. 3. The cumulative frequency of hens' egg numbers up to the 40 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 Line L11 selection flock.

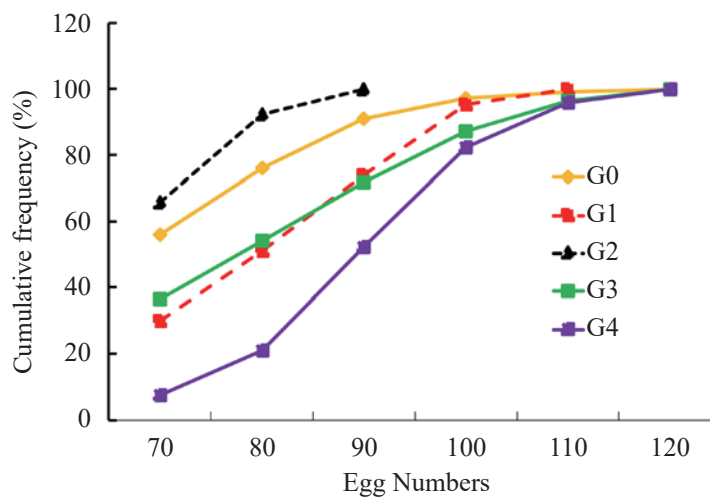


圖 4. 臺灣土雞近親品系台畜一號品系 L12 選育族群不同世代母雞達 40 週齡產蛋數累積頻率。

Fig. 4. The cumulative frequency of hens' egg numbers up to the 40 weeks of age in different generations of Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 Line L12 selection flock.

此結果與本研究在臺灣土雞近親品系台畜一號不同品系之不同世代母雞初產日齡、初產蛋重、40 週齡蛋重平均與達 40 週齡產蛋數之比較中，以達 40 週齡產蛋數來選留種雞確實使母雞初產日齡提早，但是母雞 40 週齡蛋重平均並未因達 40 週齡產蛋數增加而減輕。本試驗結果顯示應用獨立淘汰法來進行改進土雞產蛋性能確實有顯著的效果，與 Faruque *et al.*(2017) 藉由合適的選育與育種計畫可有效地對改進土雞產蛋性能有一致的結果。

## 結 論

本研究以臺灣土雞近親品系台畜一號四個近親品系小族群系譜繁殖，應用獨立淘汰法進行土雞個體體重與高產蛋數選育，經五個世代的選育結果，品系 L7、L9、L11 及 L12 之公雞平均 16 週齡體重分別增加 6.9、8.8、18.9 及 8.3%，母雞平均 16 週齡體重分別增加 11.0、12.8、23.5 及 10.9%。品系 L7、L9、L11 及 L12 之母雞達 40 週齡產蛋數平均分別提升了 39.1、51.5、37.8 及 36.1%，而 40 週齡蛋重平均分別提升了 7.3、9.0、6.3 及 9.2%，明顯地提升雞隻 16 週齡的體重、母雞達 40 週齡產蛋數及母雞 40 週齡蛋重平均，可提供民間種土雞業者改善母雞產蛋數參考應用的選育技術範例。

## 誌 謝

本研究承行政院農業委員會科技計畫 (100 農科 -2.1.3- 畜 -L1(9)) 經費支持，試驗期間承蒙本所產業組同仁協助現場管理與資料收集，以及遺傳育種組同仁協助資料庫維護與資料建置，特此致謝。

## 參考文獻

- 李淵百、林旻蓉、謝豪晃、鄭裕信、蘇夢蘭、趙清賢。2005。應用畜試所與興大的選育土雞以改進商用土雞之繁殖性能 2. 種母雞的產蛋性能。中畜會誌 34：257-272。
- 官南綾、涂堅、沈瑞鴻。2016。雛白痢沙門氏桿菌之鑑定與抗藥性分析。家畜衛試所研報 50：57-66。
- 林德育、曾淑貞、林慕堯、劉曉龍、賴永裕、朱家德、張秀鑾、吳明哲。2021。近親土雞 LRI-L7 品系母雞產蛋性狀遺傳參數估計。中畜會誌 50 (增刊)：229。
- 林德育、鍾秀枝、黃鈺嘉、黃祥吉、林義福、張秀鑾、吳明哲。2010。畜試土雞近親品系九與來亨雞正反雜交後裔之生長與繁殖性能。畜產研究 42：319-326。
- 家畜衛生試驗所。2021。雛白痢診斷液精準試驗。獸醫科技資訊網 ([https://view.php?theme=web\\_structure&subtheme=&id=581](https://view.php?theme=web_structure&subtheme=&id=581))。
- 梁筱梅、鄭裕信、林德育、康獻仁、洪國翔、許岩得、林正鏞。2017。畜試土雞高畜 11 號品系之生長性能與產蛋性能遺傳參數估算。畜產研究 50：86-95。
- 趙清賢、林旻蓉、謝豪晃、鄭裕信、蘇夢蘭、李淵百。2005。應用畜試所與興大的選育土雞以改進商用土雞之繁殖性能 3. 雜交肉用雞的產肉性能。中畜會誌 34：273-290。
- 劉曉龍、林義福、鄭裕信、洪哲明、謝昭賢。2010。絲羽烏骨雞產蛋性狀之遺傳參數估算。中畜會誌 39：229-237。
- 戴謙、鍾秀枝、黃祥吉、張秀鑾、黃鈺嘉、劉瑞珍。1995。臺灣土雞之近親育種：I. 全同胞近親對生長性能之影響。中畜會誌 24：421-433。
- 戴謙、黃祥吉、鍾秀枝、張秀鑾、鄭裕信、劉瑞珍。1996a。臺灣土雞之近親育種：II. 全同胞近親對產蛋性能之影響。中畜會誌 25：287-295。
- 戴謙、張秀鑾、鍾秀枝、黃祥吉。1996b。臺灣土雞之近親育種：III. 近親品系間雜交對生長及產蛋性能之影響。中畜會誌 25：451-465。
- 戴謙、鍾秀枝、張秀鑾、黃祥吉。1997a。臺灣土雞之近親育種：IV. 近親品系二元雜交後裔之生長及繁殖性能之田間評估。中畜會誌 26：187-196。
- 戴謙、鍾秀枝、黃祥吉、張秀鑾。1997b。臺灣土雞近親品系台畜一號。臺灣畜產種原資訊網 ([https://www.angrin.tlri.gov.tw/atlas\\_all.htm](https://www.angrin.tlri.gov.tw/atlas_all.htm))。



- 鍾秀枝、連一洋、張秀鑾、黃祥吉、林德育。2002。畜試土雞種原的雛白痢檢測。中畜會誌 31 (增刊)：136。
- Barrow, P. A. and O. C. Freitas Neto. 2011. Pullorum disease and fowl typhoid - new thoughts on old diseases: a review. *Avian Pathol.* 40: 1-13.
- Cheng, Y., S. Zhang, Q. Lu, W. Zhang, G. Wen, Q. Luo, H. Shao, and T. Zhang. 2020. Evaluation of young chickens challenged with aerosolized *Salmonella pullorum*. *Avian Pathol.* 49: 507-514.
- Chung, H. C., H. L. Chang, M. C. Wu, and D. Y. Lin. 2006. Heritability estimates of laying traits for Taiwan native chicken inbred lines. 12th AAAP Animal Science Congress Proceedings. pp. 327. Pusan, Korea.
- Du, Y., L. Liu, Y. He, T. Dou, J. Jia, and C. Ge. 2020. Endocrine and genetic factors affecting egg laying performance in chickens: a review. *Br. Poult. Sci.* 61: 538-549.
- Faruque, S., A. K. F. H. Bhuiyan, Md. Yousuf Ali, Z. F. Joy, and M. A. Rashid. 2017. Conservation and improvement of native chicken: performance of fourth generation. *Asian Australas. J. Biosci. Biotechnol.* 2: 37-44.
- Liu, W. J., D. X. Sun, Y. Yu, G. Li, S. Q. Tang, and Y. Zhang. 2010. Association of Janus kinase 2 polymorphisms with growth and reproduction traits in chickens. *Poult. Sci.* 89: 2573-2579.
- Liu, Z., N. Yang, Y. Yan, G. Li, A. Liu, G. Wu, and C. Sun. 2019. Genome-wide association analysis of egg production performance in chickens across the whole laying period. *BMC Genet.* 20: 67.
- Magothe, T. M., T. O. Okeno, W. B. Muhuyi, and A. K. Kahi. 2012. Indigenous chicken production in Kenya: I. Current status. *World's Poult. Sci. J.* 68: 119-132.
- Nwagu, B. I., S. A. S. Olorunju, O. O. Oni, L. O. Eduvie, I. A. Adeyinka, A. A. Sekoni, and F. O. Abeke. 2007. Response of egg number to selection in Rhode Island chickens selected for part period egg production. *Int. J. Poult. Sci.* 6: 18-22.
- Padhi, M. K. 2016. Importance of indigenous breeds of chicken for rural economy and their improvements for higher production performance. *Scientifica (Cairo)* 2016: 2604685.
- Pramanik, M. A. H., S. D. Chowdhury, B. C. Roy, M. T. Khatun, and S. Biswas. 2020. Effect of body weight at maturity on fertility and hatchability traits of broiler parent stock. *Int. J. Appl. Res.* 6: 16-25.
- Qin, N., Q. Liu, Y. Y. Zhang, X. C. Fan, X. X. Xu, Z. C. Lv, M. L. Wei, Y. Jing, F. Mu, and R. F. Xu. 2015. Association of novel polymorphisms of forkhead box L2 and growth differentiation factor-9 genes with egg production traits in local Chinese Dagu hens. *Poult. Sci.* 94: 88-95.
- SAS. 2012. SAS/STAT User's Guide, Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Shivaprasad, H. L. 2000. Fowl typhoid and pullorum disease. *Rev. Sci. Tech.* 19: 405-424.
- Wang, C. H., J. H. Chiou, H. J. Tsai, H. K. Shieh, J. H. Shien, C. L. Chen, and Y. Y. Lien. 2007. Serological prevalence of *Salmonella enterica* serovars Enteritidis and Pullorum in different types of chickens in Taiwan during 2005. *Taiwan Vet. J.* 31: 14-19.
- Zhang, L., D. Y. Li, Y. P. Liu, Y. Wang, X. L. Zhao, and Q. Zhu. 2012. Genetic effect of the prolactin receptor gene on egg production traits in chickens. *Genet. Mol. Res.* 11: 4307-4315.

# Selection of high egg production in Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 <sup>(1)</sup>

Der-Yuh Lin <sup>(2)</sup> Yung-Yu Lai <sup>(2)</sup> Hsiao-Lung Liu <sup>(3)</sup> Min-Yang Tsai <sup>(3)</sup> Che-Ming Hung <sup>(3)</sup>  
Chai-Te Chu <sup>(2)</sup> Hsiu-Luan Chang <sup>(4)</sup> Ming-Che Wu <sup>(2)</sup> and Shwu-Jen Tzeng <sup>(5)(6)</sup>

Received: Mar. 31, 2022; Accepted: Sep. 6, 2022

## Abstract

Egg production is an important economic source of commercial layers, and also an important trait that directly affects the economic benefits for breeders and commercial broiler producers. To improve the egg productive performance of inbreeding lines of Taiwan native chickens and establish a high egg number yield breeding technology platform, four inbreeding lines of Taiwan native chickens (Taisui No. 1), L7, L9, L11 and L12, were selected for high egg production. Chickens were selected based on two traits, including: the body weight of the individual chickens at 16 weeks of age (BW16) and egg numbers produced by the hens up to the 40 weeks of age (EN40) for breeding newer generations. After five generations of selection, the average 16-week-old body weight of roosters and hens were increased significantly ( $P < 0.05$ ), and the average age at first egg (AFE), average egg weight at first egg (EWFE), average egg weight at 40 week of age (EW40), and EN40 in hens were improved significantly ( $P < 0.001$ ). Moreover, the hens' EN40 of line L7, L9, L11 and L12 in the G4 generation were 99.6, 90.0, 99.5 and 89.4 eggs, respectively, which were higher than those in the G0 generation, increased by 39.1, 51.5, 37.8 and 36.1%, respectively. The average BW16 and EW40 did not decrease due to the increase in EN40. In this trial, we used a small ethnic group of native chicken with pedigrees and the independent elimination method to conduct the program for selecting high egg production in native chickens. It can indeed effectively increase EN40 of hens and improve BW16 of chickens. And it can be used as a breeding technology platform for private breeders to improve egg production of hens.

Key words: Chicken, Body weight, Laying performance, Selection.

---

(1) Contribution No. 2714 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Breeding and Genetics Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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

(4) Department of Animal Science, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 912, Taiwan, R. O. C.

(5) Department of Medical Laboratory Science and Biotechnology, Chung Hwa University of Medical Technology, Tainan 717, Taiwan, R. O. C.

(6) Corresponding author, E-mail: shwu-jen20200620@gmail.com.

# 品種、期作及生育期對大豆作為芻料之影響<sup>(1)</sup>

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

收件日期：111 年 5 月 27 日；接受日期：111 年 9 月 12 日

## 摘 要

大豆 (*Glycine max*) 富含營養價值且在臺灣栽培面積廣，適合作為豆科芻料生產，本研究目的在探討品種、期作及生育期對大豆作為芻料之影響。試驗以籽粒用 (Au 及 TN3)、芻料 (KTS1) 及綠肥 (TN4) 大豆等共四個品種，在春及秋兩個期作栽培，分別於 R3 (開始結莢)、R5 (豆莢開始充實) 及 R7 (豆莢變黃，達生理成熟期) 三個生育期收穫，調查其株高、乾物產量及分析芻料化學組成之差異比較。試驗結果顯示，春作大豆的株高、乾物產量、粗蛋白質產量、酸洗及中洗纖維含量均高於秋作，但秋作之粗蛋白質含量則高於春作。不同生育期收穫時，以 R7 具有最高之株高、乾物產量、粗蛋白質含量及粗蛋白質產量，但此生育期之酸洗與中洗纖維含量最高。比較各參試品種，晚熟型籽粒用大豆 (Au) 在春、秋兩個期作均具有較高之乾物產量，分別為 6.16 與 5.51 mt/ha。此外，Au 之粗蛋白質含量 (17.8%) 與粗蛋白質產量 (1.06 mt/ha) 為最高，但酸洗及中洗纖維含量 (32.7 及 38.6%) 最低，在參試品種中最適合作為芻料利用，由以上結果顯示，晚熟型籽粒用大豆作為芻料生產可兼具產量與品質。此外，芻料大豆 (KTS1) 具晚熟且高產的特性，在秋作乾物產量可達 6.23 mt/ha，亦適合在大豆普遍產量較低的秋作作為芻料生產。

關鍵詞：期作、品種、芻料、生育期、大豆。

## 緒 言

為了提升動物的經濟產出，高品質的豆科芻料對於草食動物產業至關重要。然而，受限於地理位置與氣候因素，苜蓿等優質的豆科芻料不易在臺灣穩定生產，需仰賴進口豆科乾草來滿足國內產業的需求，進而增添生產成本也影響糧食安全 (Chang *et al.*, 2012)。大豆因蛋白質含量及乾物產量高，早期即由中國引進美國且被視為品質良好的芻料作物 (Hintz *et al.*, 1992; Sheaffer *et al.*, 2001)。此外，大豆的栽培週期短且對不同地區的氣候適應性佳，土地利用彈性優於多年生豆科芻料 (Seiter *et al.*, 2004; Asekova *et al.*, 2014)，對於全年土地可耕作期長的臺灣，大豆可作為豆科芻料的理想選項。

大豆依用途之別而具有不同的品種要求特性，不同於追求種子產量與品質的籽粒用大豆，芻料大豆考量的是全株乾物產量及營養組成的綜合表現，因此芻料大豆的成熟期較晚且生育期較長，乾物產量大多優於籽粒用大豆 (Darmosarkoro *et al.*, 2001)。晚熟及高產的特性也常見於綠肥大豆，因此綠肥大豆也具有作為芻料利用的潛力 (Chang *et al.*, 2012)。當播種期相同，芻料大豆的營養生長期平均較籽粒用大豆為長，造成在相同收穫期，芻料大豆因莖葉繁茂而乾物產量較高 (Darmosarkoro *et al.*, 2001; Rao *et al.*, 2005)。然而，受到品種特性的影響，多數芻料大豆的豆莢 (含種子) 占全株比重較低，使其粗蛋白質含量較低且纖維含量較高，芻料品質因而不如籽粒用大豆，因此部分晚熟型籽粒用大豆成為兼具芻料用途的品種 (Sheaffer *et al.*, 2001; Rogers *et al.*, 2017)。

大豆屬於短日照植物且普遍對光週期變動的敏感性高，光週期的長短顯著影響開花及結莢充實與否，又氣溫的高低對於大豆生長發育及種子的營養組成影響甚鉅 (Bakal *et al.*, 2017)。不同於美國等溫帶國家全年僅一個期作適合大豆生產，臺灣主要的產季可區分為春作與秋作。春作和秋作的氣候截然不同，目前僅知綠肥大豆作為芻料時春作的乾物產量高於秋作，其粗蛋白質、纖維及水溶性碳水化合物含量均會受到期作與品種的交感效應影響 (Chang *et al.*, 2012)，但籽粒用及芻料大豆在不同期作的乾物產量與芻料品質變動情形則尚未有研究探討。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2715 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(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。

除了品種與期作之外，收穫時的生育期亦是影響大豆芻料產量及品質的重要因素。Munoz *et al.* (1983) 及 Hintz *et al.* (1992) 指出大豆在 R6 (種子充實飽滿期, Fehr *et al.*, 1971) 至 R7 (豆莢變黃, 達生理成熟期) 階段收穫, 其乾物產量與品質最適合作為芻料利用。然而, 大豆成熟期早晚的差異, 會造成在相同生育期時, 晚熟品種的乾物產量較高, 但芻料品質以早熟品種較佳 (Hintz *et al.*, 1992), 品種與生育期的交感效應亦會影響綠肥大豆作為芻料的乾物產量與品質 (Chang *et al.*, 2012)。

國內育成之籽粒用及綠肥大豆品種繁多且栽培面積廣大, 但目前尚無芻料大豆品種。有鑑於國外以部分籽粒用大豆兼作芻料利用, 為減少對進口豆科乾草的依賴性, 本研究以不同用途之大豆品種, 探討春、秋兩個期作及不同生育期對於芻料產量與品質的影響, 提供國產大豆作為芻料利用的參考。

## 材料與方法

### I. 試驗材料

參試大豆品種包含澳洲引進的晚熟型籽粒用大豆 (*Glycine max* cv. *Leichhardt*, 以下簡稱 Au)、畜產試驗所恆春分所選育之芻料大豆墾丁育 1 號 (以下簡稱 KTS1)、籽粒用大豆臺南 3 號 (以下簡稱 TN3) 及綠肥大豆臺南 4 號 (以下簡稱 TN4), 共計四種大豆品種。

### II. 田間設計及栽培管理

四種參試大豆栽培於畜產試驗所恆春分所試驗田區, 分別在 2020 年 2 月 12 日 (春作) 及 9 月 14 日 (秋作) 種植。試驗採用完全隨機設計 (completely randomized design, CRD), 三重複, 小區面積為 2.4 m × 3 m, 行距 60 cm, 每小區 4 行, 採條播方式種植。以臺肥磷基黑旺特 43 號有機質複合肥料 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O : MgO = 15 : 15 : 15 : 3) 每公頃施肥 400 kg, 40% 施肥量作為基肥, 剩餘 60% 分別於播種後 20 及 40 天各施一半作為追肥。試驗期間視植株生長狀況適度灌溉, 藉由中耕及人工除草方式進行雜草防除。

### III. 收穫取樣調查

不同期作種植之大豆分別在 R3 (開始結莢)、R5 (豆莢開始充實) 及 R7 (豆莢變黃, 達生理成熟期) 生育期進行收穫, 收穫時以每個小區中間 2 行各 2 m 長度之收穫量, 估計每公頃大豆鮮重產量, 每小區隨機取樣測量 10 株大豆之高度計算平均株高, 株高量測完成之植株經 60°C 烘乾至恆重後計算乾物率, 推算單位面積乾物產量 (mt/ha)。

### IV. 植體化學組成分析

大豆全株經 60°C 烘乾至恆重後, 利用多功能磨粉機 (HD-MI, 泰鈴有限公司, 臺灣) 將乾燥之材料研磨成粉 (篩網孔徑 1 mm), 分析大豆之粗蛋白質 (crude protein, CP)、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF), 分析方法如下: CP 定量參考 AOAC (2019) 之方法, 由各大豆品種之 CP 及其單位面積乾物產量相乘計算單位面積粗蛋白質產量 (crude protein yield, CPY)。ADF 及 NDF 的測定參考 Vogel *et al.* (1999) 以 ANKOM<sup>200</sup> 纖維分析儀 (ANKOM<sup>200</sup> Fiber Analyzer, ANKOM Technology, Macedon, NY, USA) 進行。

### V. 數據統計分析

試驗數據以統計套裝軟體 SAS 9.4 (Statistical Analysis System, SAS 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA) 進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA), 如達顯著差異, 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. 品種、期作及生育期對株高與乾物產量的影響

參試大豆的株高與芻料乾物產量均受到品種及期作之交感效應影響, 並極顯著受到品種、期作及生育期之主效應影響 (表 1)。品種及期作交感效應對株高與乾物產量影響之結果顯示 (表 2), KTS1 在春作的株高最高 (93.8 cm), Au、TN3 及 TN4 在秋作的株高較矮 (50.0、50.2 及 53.9 cm)。Au 在春作、KTS1 在兩個期作的產量較高 (6.16、6.38 及 6.23 mt/ha), TN3 及 TN4 在秋作的產量較低 (4.65 及 4.83 mt/ha)。除 KTS1 的乾物產量在兩個期作間無顯著差異外, 其餘品種的株高與乾物產量均以春作高於秋作。

表 1. 品種、期作及生育期對大豆株高、乾物產量、粗蛋白質產量與芻料化學組成之統計差異顯著性

Table 1. Statistical significances of cultivar, crop season and growth stage on plant height, dry matter yield, crude protein yield and forage chemical components of soybean

SOV	PH <sup>†</sup>	DMY	CP	ADF	NDF	CPY
----- P > F -----						
Cultivar (C)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
Crop season (CS)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Growth stage (GS)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
C × CS	<0.001	0.036	0.322	0.666	0.037	0.139
C × GS	0.052	0.666	0.967	0.039	0.008	0.557
CS × GS	0.534	0.980	0.787	0.962	0.984	0.983
C × CS × GS	0.760	0.926	0.952	0.965	0.899	0.852

<sup>†</sup> PH, plant height; DMY, dry matter yield; CP, crude protein; ADF, acid detergent fiber; NDF, neutral detergent fiber; CPY, crude protein yield.

表 2. 品種及期作對大豆株高與乾物產量之影響

Table 2. Effect of cultivar and crop season on plant height and dry matter yield of soybean

Cultivar	PH <sup>†</sup> (cm)		DMY (mt/ha)	
	Spring	Fall	Spring	Fall
Au	59.2 <sup>bcA‡</sup>	50.0 <sup>bB</sup>	6.16 <sup>aA</sup>	5.51 <sup>bB</sup>
TN3	55.6 <sup>cA</sup>	50.2 <sup>bB</sup>	5.56 <sup>bA</sup>	4.65 <sup>cB</sup>
TN4	64.8 <sup>bA</sup>	53.9 <sup>bB</sup>	5.73 <sup>bA</sup>	4.83 <sup>bcB</sup>
KTS1	93.8 <sup>aA</sup>	61.7 <sup>aB</sup>	6.38 <sup>aA</sup>	6.23 <sup>aA</sup>

<sup>†</sup> PH, plant height; DMY, dry matter yield.

<sup>‡</sup> Means within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

比較品種、期作及生育期之主效應對大豆株高與乾物產量的影響 (表 3)，在品種方面，KTS1 的株高與乾物產量最高，分別可達 77.8 cm 及 6.31 mt/ha；TN3 的株高與乾物產量最低，分別為 52.9 cm 及 5.19 mt/ha。在期作方面，受到氣溫與光週期等氣候因素差異的影響，春作大豆莖葉的生長發育較為旺盛，造成春作的株高與乾物產量均高於秋作。在生育期方面，隨著植株的成熟度愈高，大豆的株高與乾物產量均隨之增加。R3 因大豆僅開始結莢，株高與乾物產量最低；R7 則因大豆發育成熟且種子充實飽滿，株高與乾物產量最高。

表 3. 大豆株高與乾物產量在不同品種、期作及生育期之比較

Table 3. Comparisons of plant height and dry matter yield of soybean in different cultivars, crop seasons and growth stages

		PH <sup>†</sup> (cm)	DMY (mt/ha)
Cultivar	Au	54.6 <sup>c‡</sup>	6.03 <sup>a</sup>
	TN3	52.9 <sup>c</sup>	5.19 <sup>b</sup>
	TN4	59.4 <sup>b</sup>	5.21 <sup>b</sup>
	KTS1	77.8 <sup>a</sup>	6.31 <sup>a</sup>
Crop season	Spring	68.4 <sup>a</sup>	6.09 <sup>a</sup>
	Fall	53.9 <sup>b</sup>	5.33 <sup>b</sup>
Growth stage	R3	51.5 <sup>c</sup>	4.35 <sup>c</sup>
	R5	62.5 <sup>b</sup>	5.57 <sup>b</sup>
	R7	69.5 <sup>a</sup>	7.21 <sup>a</sup>

<sup>†</sup> PH, plant height; DMY, dry matter yield.

<sup>‡</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly (P < 0.05).



## II. 品種、期作及生育期對芻料化學組成的影響

如統計差異顯著性檢定顯示 (表 1)，大豆 NDF 受到品種及期作之交感效應影響，又 ADF 與 NDF 均受到品種及生育期之交感效應影響。此外，品種、期作及生育期之主效應均極顯著影響大豆的 CP、ADF、NDF 及 CPY。品種及期作交感效應對 NDF 影響之結果顯示 (表 4)，在春、秋期作的表現上，Au 與 TN3 在春作的 NDF 均較秋作為高，TN4 與 KTS1 在兩個期作間之 NDF 不具顯著差異。此外，TN3 在春作、TN4 與 KTS1 在兩個期作之 NDF 較高，均達 40.1% 以上；Au 與 TN3 在秋作之 NDF 較低，分別為 38.0 與 38.5%。

表 4. 品種與期作對大豆中洗纖維含量之影響

Table 4. Effect of cultivar and crop season on neutral detergent fiber content of soybean

Cultivar	NDF <sup>†</sup> (%)	
	Spring	Fall
Au	39.1 <sup>bA‡</sup>	38.0 <sup>bB</sup>
TN3	40.2 <sup>abA</sup>	38.5 <sup>abB</sup>
TN4	40.3 <sup>abA</sup>	40.1 <sup>aA</sup>
KTS1	41.0 <sup>aA</sup>	40.2 <sup>aA</sup>

<sup>†</sup> NDF, neutral detergent fiber.

<sup>‡</sup> Means within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

品種及生育期對 ADF 與 NDF 之交感效應分析結果顯示 (表 5)，在 ADF 方面，TN4 與 KTS1 在 R7 之 ADF 較高，分別為 36.2 與 36.9%；各品種在 R3 之 ADF 較低且品種間不具顯著差異，ADF 介於 31.3 – 32.2%。在 NDF 方面，KTS1 在 R7 之 NDF 最高 (43.1%)，各品種在 R3 之 NDF 較低且品種間不具顯著差異，NDF 介於 37.4 – 38.1%。此外，所有大豆品種之 ADF 與 NDF 均以 R7 最高而 R3 最低。

表 5. 品種與生育期對大豆酸洗纖維及中洗纖維含量之影響

Table 5. Effect of cultivar and growth stage on acid detergent fiber and neutral detergent fiber content of soybean

Cultivar	ADF <sup>†</sup> (%)			NDF (%)		
	R3	R5	R7	R3	R5	R7
Au	31.3 <sup>aC‡</sup>	32.7 <sup>bB</sup>	34.2 <sup>bA</sup>	37.4 <sup>aC</sup>	38.4 <sup>bB</sup>	39.9 <sup>dA</sup>
TN3	31.6 <sup>aC</sup>	33.4 <sup>bB</sup>	35.1 <sup>bA</sup>	37.8 <sup>aC</sup>	39.3 <sup>abB</sup>	40.9 <sup>cA</sup>
TN4	31.4 <sup>aC</sup>	33.8 <sup>bB</sup>	36.2 <sup>aA</sup>	38.1 <sup>aC</sup>	40.4 <sup>abB</sup>	42.1 <sup>bA</sup>
KTS1	32.2 <sup>aC</sup>	35.2 <sup>abB</sup>	36.9 <sup>aA</sup>	38.1 <sup>aC</sup>	40.6 <sup>abB</sup>	43.1 <sup>aA</sup>

<sup>†</sup> ADF, acid detergent fiber; NDF neutral detergent fiber; R3, R5 and R7, soybean growth stage.

<sup>‡</sup> Means within each column (in lowercase letter) and within each row (in uppercase letter) with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

比較品種、期作及生育期之主效應對大豆芻料化學組成與粗蛋白質產量 (CPY) 的影響 (表 6)，品種間以 Au 之 CP 最高 (17.8%)，又其 ADF 與 NDF 最低，分別為 32.7 與 38.6%，芻料品質最佳；TN4 與 KTS1 之 CP 均僅為 17.1%，又兩者之 ADF 與 NDF 較高，分別為 33.8、34.8 (ADF)、40.3 與 40.6% (NDF)，在 4 種大豆品種中之芻料品質較差。雖然 KTS1 之 CP 較低，但其乾物產量較高，與 Au 均具有較高之 CPY 且兩個品種間無顯著差異，平均分別為 1.10 與 1.06 mt/ha；品種間之 CPY 以 TN3 與 TN4 較低，平均分別為 0.92 與 0.90 mt/ha。在期作方面，秋作大豆的 CP 較高且 ADF 與 NDF 較低，芻料品質優於春作，但因春作之乾物產量高於秋作，造成春作之 CPY 高於秋作。在生育期方面，R7 因種子充實飽滿且乾物產量最高，其 CP 與 CPY 最高，但此階段之植株成熟度最高，亦具有最高之 ADF 與 NDF；R3 因豆莢開始形成且乾物產量最低，其 CP 與 CPY 最低，但因植株成熟度最低而 ADF 與 NDF 最低。

表 6. 大豆芻料化學組成與粗蛋白質產量在不同品種、期作及生育期之比較

Table 6. Comparisons of forage chemical composition and crude protein yield of soybean in different cultivars, crop seasons and growth stages

		CP <sup>†</sup> (%)	ADF (%)	NDF (%)	CPY (mt/ha)
Cultivar	Au	17.8 <sup>a‡</sup>	32.7 <sup>c</sup>	38.6 <sup>c</sup>	1.06 <sup>a</sup>
	TN3	17.6 <sup>a</sup>	33.4 <sup>b</sup>	39.4 <sup>b</sup>	0.92 <sup>b</sup>
	TN4	17.1 <sup>b</sup>	33.8 <sup>b</sup>	40.3 <sup>a</sup>	0.90 <sup>b</sup>
	KTS1	17.1 <sup>b</sup>	34.8 <sup>a</sup>	40.6 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>
Crop season	Spring	16.8 <sup>b</sup>	34.3 <sup>a</sup>	40.1 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>
	Fall	17.9 <sup>a</sup>	33.1 <sup>b</sup>	39.2 <sup>b</sup>	0.97 <sup>b</sup>
Growth stage	R3	16.2 <sup>c</sup>	31.6 <sup>c</sup>	37.9 <sup>c</sup>	0.70 <sup>c</sup>
	R5	17.5 <sup>b</sup>	33.8 <sup>b</sup>	39.7 <sup>b</sup>	0.97 <sup>b</sup>
	R7	18.5 <sup>a</sup>	35.6 <sup>a</sup>	41.5 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>

<sup>†</sup> CP, crude protein; ADF, acid detergent fiber; NDF neutral detergent fiber; CPY, crude protein yield.

<sup>‡</sup> Means in the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

## 討 論

芻料大豆一般具有晚熟的特性，因此營養生長期較長而莖葉繁茂，當收穫期較晚或在相同的生育期收穫，芻料大豆的株高與乾物產量會顯著高於籽粒用大豆 (Darmosarkoro *et al.*, 2001; Rao *et al.*, 2005)。然而，當進入生殖生長期，隨著植株成熟度愈高，芻料大豆的葉 / 莖比重愈低，其豆莢占全株比重亦顯著低於籽粒用大豆，因葉片與豆莢的 CP 較高且纖維含量較低，造成芻料大豆的芻料品質低於籽粒用大豆 (Darmosarkoro *et al.*, 2001; Rogers *et al.*, 2017)。此外，若以晚熟型籽粒用大豆作為芻料生產，在 R6 階段收穫時，籽粒用與芻料大豆的乾物產量彼此間不具顯著性差異，而芻料品質則以籽粒用大豆較佳 (Rogers *et al.*, 2017)。本研究之結果與前人研究相符，芻料大豆 (KTS1) 的株高顯著高於其他參試品種，其乾物產量亦較高 (表 3)，晚熟型籽粒用大豆 (Au) 的乾物產量可與 KTS1 不具顯著差異，又其芻料品質可優於其他參試品種 (表 6)。

氣候是影響大豆生長發育的重要因素，其中又以光週期與氣溫的影響較為顯著 (Bakal *et al.*, 2017)。在春作三個不同月份栽培大豆作為芻料，隨著播種期愈晚，光週期愈長且氣溫愈高，有利於營養生長而造成株高與乾物產量上升，但豆莢占全株比重愈低，大豆 CP 愈低而 ADF 與 NDF 愈高 (朱及陳, 2016)。反之，隨著秋作的播種期愈晚，光週期愈短且氣溫愈低，大豆提前進入生殖生長期而導致株高與乾物產量下降，但豆莢占全株比重愈高，大豆 CP 愈高而 ADF 與 NDF 愈低 (朱等, 2020)。本研究顯示，大豆在春作的株高、乾物產量、CPY、ADF 與 NDF 均高於秋作，但 CP 則是秋作高於春作 (表 3 及表 6)，此結果推測來自於隨著大豆的栽培天數增加，春作的光週期漸增且氣溫上升，促進大豆的營養生長，但氣溫上升造成纖維含量加速累積而顯著提升；秋作的光週期漸減且氣溫下降，造成營養生長期縮短而株高與乾物產量下降，但豆莢占全株比重增加且纖維含量累積減緩，導致大豆在秋作的 CP 較高而 ADF 與 NDF 較低。

Hintz *et al.* (1992) 與 Açıkgöz *et al.* (2013) 指出，以芻料及籽粒用大豆作為芻料生產，隨著大豆的生育期 (R1 至 R7) 提升，株高與乾物產量均隨之增加，但在芻料化學組成方面，由 R1 至 R5，CP 漸減而 ADF 與 NDF 漸增，由 R5 至 R7，CP 增加而 ADF 與 NDF 下降，不同生育期的芻料品質變化主要受到植株成熟度、豆莢發育與種子充實程度的綜效影響。此外，Chang *et al.* (2012) 研究顯示，以 TN4 及 TN7 兩種綠肥大豆作為芻料生產，大豆的農藝性狀與芻料化學組成會受到生育期及品種之交感效應影響，造成綠肥大豆的株高、乾物產量、CP、ADF 及 NDF 在不同生育期間的變動情形與芻料及籽粒用大豆不同，又因品種特性差異，TN4 與 TN7 的農藝性狀與芻料化學組成在不同生育期間的變動情形亦不盡相同，因此大豆以生育期作為芻料生產須考量品種效應之影響。

由品種與期作之交感效應顯示 (表 2 與表 4)，以晚熟型籽粒用大豆 Au 作為芻料生產，在春、秋作均可獲得較高之乾物產量與較低之 NDF。相較於其他品種，Au 在各生育期均具有最低之 ADF 與 NDF (表 5)，又由品種效應顯示 (表 3 及表 6)，Au 之乾物產量、CP 與 CPY 最高且 ADF 與 NDF 最低，此結果與 Rogers *et al.* (2017) 認為晚熟型籽粒用大豆適合作為芻料生產之結論相符。雖然芻料大豆 KTS1 在芻料品質方面不如 Au，但其在春、秋作均為生育期最長、乾物產量及 CPY 最高，亦適合在大豆普遍產量較低的秋作 (表 2) 作為芻料。

## 結 論

參試大豆在春作的株高、乾物產量、CPY、ADF 及 NDF 均高於秋作，但秋作之 CP 高於春作。生育期則以 R7 具有最高的株高、乾物產量、CP 及 CPY，但此時之 ADF 與 NDF 最高。品種間以晚熟型籽粒用大豆 (Au) 在兩個期作均具有較高之乾物產量，又其 CP 與 CPY 最高且 ADF 與 NDF 最低，最適合作為芻料利用，而芻料大豆 (KTS1) 晚熟、高產且 CPY 高的特性亦適合於秋作。

## 參考文獻

- 朱明宏、陳嘉昇。2016。播種期及品種對春作大豆作為芻料利用之影響。畜產研究 49：304-311。
- 朱明宏、陳嘉昇、林汶鑫。2020。不同品種與播種期對於秋作大豆作為芻料之影響。臺灣農學會報 21：55-67。
- Açikgöz, E., M. Sincik, G. Wietgreffe, M. Sürmen, S. Çeçen, T. Yavuz, C. Erdurmuş, and A. T. Göksoy. 2013. Dry matter accumulation and forage quality characteristics of different soybean genotypes. Turk. J. Agric. For. 37: 22-32.
- A. O. A. C. 2019. Official Methods of Analysis. 21st ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA. USA.
- Asekova, S., J. G. Shannon, and J. D. Lee. 2014. The current status of forage soybean. Plant Breed. Biotechnol. 2: 334-341.
- Bakal, H., L. Gulluoglu, B. Onat, and H. Arioglu. 2017. The effect of growing season on some agronomic and quality characteristics of soybean varieties in mediterranean region in Turkey. Turk. J. Field Crops 22: 187-196.
- Chang, S. R., C. H. Lu, H. S. Lur, and F. H. Hsu. 2012. Forage yield, chemical contents and silage quality of manure soybean. Agron. J. 104: 130-136.
- Darmosarkoro, W., M. M. Harbur, D. R. Buxton, K. J. Moore, T. E. Devine, and I. C. Anderson. 2001. Growth development, and yield of soybean lines developed for forage. Agron. J. 93: 1028-1034.
- Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood, and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Sci. 11: 929-931.
- Hintz, R. W., K. A. Albrecht, and E. S. Oplinger. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. Agron. J. 84: 795-798.
- Munoz, A. E., E. C. Holt, and R. W. Weaver. 1983. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. Agron. J. 75: 147-148.
- Rao, S. C., H. S. Mayeux, and B. K. Northup. 2005. Performance of forage soybean in the southern great plains. Crop Sci. 45: 1973-1977.
- Rogers, J., L. Florez-Palacios, P. Chen, M. Orazaly, L. M. Jaureguy, A. Zheng, and C. Wu. 2017. Evaluation of diverse soybean germplasm for forage yield and quality attributes. Crop Sci. 57: 1020-1026.
- Seiter, S., C. E. Altemose, and M. H. Davis. 2004. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. Agron. J. 96: 966-970.
- Sheaffer, C. C., J. H. Orf, T. F. Devine, and J. G. Jewett. 2001. Yield and quality of forage soybean. Agron. J. 93: 99-106.
- 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.

# Effects of cultivar, crop season and growth stage on soybean as forage <sup>(1)</sup>

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

Received: May 27, 2022; Accepted: Sep. 12, 2022

## Abstract

Soybean (*Glycine max*) has a high nutritional value and is widely cultivated in Taiwan, making it suitable for production as legume forage. The purpose of this study was to determine the effect of cultivar, crop season and growth stage on soybean as forage. To compare plant height (PH), dry matter yield (DMY) and forage chemical composition, four cultivars of grain (Au and TN3), forage (KTS1) and manure (TN4) soybean were planted in the crop season of spring and fall, which were harvested at R3 (beginning bloom), R5 (beginning seed) and R7 (beginning maturity) growth stage, respectively. The results showed that soybean PH, DMY, crude protein yield (CPY), content of acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) of spring were all higher than those of fall, but crude protein (CP) content of fall was higher than that of spring. When harvested in different growth stage, PH, DMY, CP and CPY were highest in R7 stage, but its ADF and NDF were both the highest among other stages. Compared with tested cultivars, DMY in spring and fall of late-maturing oilseed soybean (Au) were 6.16 and 5.51 mt/ha, respectively, which were both higher than other cultivars. Furthermore, CP (17.8%) and CPY (1.06 mt/ha) of Au were the highest, and its ADF and NDF (32.7% and 38.6%) were both the lowest among other cultivars. Among the tested cultivars, Au was most suitable as forage. According to the result, it showed that late-maturing grain-type soybean for forage use could retain both higher quantity and quality. In addition, forage soybean (KTS1) was characterized in late maturing and high yield, whose DMY could reach 6.23 mt/ha and was also an appropriate forage in fall when soybean DMY were generally low.

Key words: Crop season, Cultivar, Forage, Growth stage, Soybean.

---

(1) Contribution No. 2715 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, 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.



# 飼糧添加艾草與左手香粉末對黑絨烏骨雞公雞 生長、血液及屠體性能之影響<sup>(1)</sup>

蔡銘洋<sup>(2)(4)</sup> 劉曉龍<sup>(2)</sup> 林正鏞<sup>(2)</sup> 林義福<sup>(3)</sup> 黃郁容<sup>(5)</sup> 洪國翔<sup>(4)</sup> 洪哲明<sup>(2)(6)</sup>

收件日期：110 年 11 月 30 日；接受日期：111 年 9 月 4 日

## 摘 要

本試驗目的於探討飼糧添加艾草與左手香等中藥草粉末，對黑絨烏骨雞公雞的生長性狀、血液學、免疫力、抗氧化力及屠體性狀之影響，以期建立無添加抗生素之特色化生產模式，供農民參考使用。將 1 日齡黑絨烏骨雞性別鑑定後，採用公雞雞 240 隻隨機分配於 5 個飼糧處理組，使各處理組雞隻體重接近整群平均體重值，進行分組，分別為對照組 (control)：基礎飼糧，未添加任何抗生素或藥物、AA 組：添加 2% 艾草 (*Artemisia argyi*)、PA 組：添加 2% 左手香 (*Plectranthus amboinicus*)、AA + PA 組：添加 1% 艾草 + 1% 左手香混和及 Tylosin 組：添加 50 ppm 泰黴素。結果顯示，0 – 16 週齡採食量以 PA 組顯著較其他組為高 ( $P < 0.05$ )，體增重、飼料轉換率、體重及存活率則各處理組間無顯著差異；以經濟效益作考量，除 Tylosin 組以外，則以添加 AA 組較佳。在 16 週齡時，新城病 (ND)、傳染性華氏囊病 (IBD) 及傳染性支氣管炎 (IB) 抗體力價，IgA 與 IgG 免疫球蛋白、IL-1  $\beta$  與 IL-6 介白素、穀胱甘肽 (GSH)、過氧化氫酶 (CAT) 及超氧化物歧化酶 (SOD) 濃度等血清抗氧化能力，在各組間均無顯著差異。血清生化值僅對照組之三酸甘油酯 (TG) 顯著較 Tylosin 組為高 ( $P < 0.05$ )。在白血球方面，AA 組顯著較 AA + PA 組及 Tylosin 組為高 ( $P < 0.05$ )；在異嗜球方面，PA 組顯著較 AA + PA 組及對照組為高 ( $P < 0.05$ )；在單核球方面，對照組顯著較 Tylosin 組為高 ( $P < 0.05$ )；其他血液值則在各處理組間均無顯著差異。在屠宰率方面，對照組顯著較 AA 組、PA 組及 Tylosin 組為高 ( $P < 0.05$ )；而 AA + PA 組顯著較 PA 組及 Tylosin 組為高 ( $P < 0.05$ )。腹脂率與可食性內臟重比率則各組間均無顯著差異。綜合以上所述，不使用抗生素飼養，若單純以經濟效益作考量，以添加 AA 組較佳。若以生長性狀、體重、存活率、血清抗體力價、免疫球蛋白、介白素、血清生化值、血液學、血清抗氧化能力及屠體性狀等整體考量，艾草與左手香中藥草添加對黑絨烏骨雞公雞並無不良影響。

關鍵詞：艾草、左手香、黑絨烏骨雞。

## 緒 言

近來食品安全意識抬頭，配合行政院推動食安五環政策，衛生福利部食品藥物管理署 (以下簡稱食藥署) 及行政院農業委員會已加強市售禽品之採檢與監測，務求禽品自農場到餐桌全面落實食安風險控管，並兼顧生產品質。由於臺灣資源有限，使得雞群飼養密度增加，飼養隻數也日益龐大，且氣候異常，雞隻緊迫增加，伴隨著許多傳染性疾病在雞群之間大量傳播，造成重大的經濟損失。為提高生產效率與控制疾病，常添加抗生素於飼料中，造成微生物抗藥性及藥物殘留之公共衛生及食品安全風險。自 2006 年起歐盟國家即全面禁止在飼料中添加抗生素做為生長促進劑，國內亦規定只能治療時使用，不能常態添加。依據食藥署 109 年度市售禽畜水產品中動物用藥殘留監測結果，發現抽驗烏骨雞肉藥物殘留不合格比例達 6.7% (戴等，2021)；為杜絕烏骨雞藥物殘留問題，近年來在臺灣陸續開始利用中藥草萃取物對雞隻進行一系列研究，利用中藥草或植物性飼料添加物以提高雞隻營養消化、促進生長、繁殖及免疫能力等，是一條可行的途徑 (林及吳，1996；洪等，2011；葉等，2017)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2716 號。  
(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。  
(3) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組退休。  
(4) 國立屏東科技大學農學院生物資源博士班。  
(5) 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所資材研發組。  
(6) 通訊作者，E-mail: cmhung@mail.tlri.gov.tw。



艾草和左手香能促進血液循環，增強代謝，改善肉質，並有抗真菌作用(張等，2020；Languido *et al.*, 2020)，而作為本次試驗添加之中藥草，左手香學名 *Plectranthus amboinicus* (以下簡稱 PA)，又稱 *Coleus amboinicus*。為唇形花科小鞘蕊花屬植物，原生於印度，廣布於非、亞、澳洲的熱帶和溫暖地區，在國外作為香料兼藥用植物，含 76 種揮發及 30 種不揮發性化合物，如單萜、二萜、三萜、倍半萜、酚、酯及黃酮類等物質，藥理作用包含抗菌、抗發炎、抗腫瘤、傷口癒合、抗癲癇、殺幼蟲、抗氧化、鎮痛、降血糖和降血脂等活性(許等，2018)。另外，已經發現其對傷口癒合、動物和昆蟲叮咬、呼吸道、心血管、口腔、皮膚、消化和泌尿生殖系統疾病有效(許等，2018)。近年研究報告指出，飼糧添加左手香具有促進生長、提高活力的潛力及有色肉雞的存活率(Languido *et al.*, 2020)；可降低肝臟重量和肉類膽固醇含量(Silitonga and Syaputri, 2018)；左手香餵飼之雞隻，經實驗性感染 *Eimeria tenella* 後，發現具有抗球蟲草本藥物活性，可修復雞隻的損傷，減少雞盲腸組織的破壞(Abdul-Wasae *et al.*, 2017)。艾草學名 *Artemisia argyi* (以下簡稱 AA)，菊科(*Asteraceae*) 蒿屬(*Artemisia*) 植物的乾燥葉，全國各地以及亞洲周邊國家均有種植，艾葉中所含的化學成分種類繁多，成分複雜，包括揮發性油、黃酮類、鞣酸類、桉葉烷類、三萜類成分以及其他的微量元素(劉等，2018)；近年研究報告指出，艾草具有抑菌、抗病毒、抗氧化、抗癌、抗炎症及提高免疫力等功能(劉等，2018)；飼糧添加艾草粉末可顯著促進肉雞免疫器官發育，提升免疫能力(吳等，2015)；提高蛋雞產蛋性能、改善蛋品質及增強抗氧化能力(趙，2019；張等，2020)；飼糧添加艾草粉末或萃取物可提高肉雞肝臟和小腸的抗氧化防禦能力及改善肝臟與小腸抗氧化狀態(Zhao *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2020a)；飼糧添加艾草萃取物之白肉雞經注射脂多糖(lipopolysaccharide)溶液後，可降低發炎症狀，並提高血清、脾臟、肝臟和小腸等的抗氧化狀態(Zhang *et al.*, 2020b)；在白肉雞飼糧添加艾草萃取組或粉末組之 42 日齡生長性能、細胞免疫及體液免疫均顯著提高( $P < 0.05$ )(Gholamrezaie Sani *et al.*, 2013)。

因此本試驗目的於探討飼糧添加艾草與左手香等中藥草粉末，對雄性黑絨烏骨雞的生長性能、血液學、免疫力、抗氧化力及屠體性狀之影響，建立無添加抗生素之特色化生產模式，供農民參考使用。

## 材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所(簡稱畜試所)產業組試驗雞舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容經畜產試驗所實驗動物照護及使用小組以畜試動字 108-37 號核准在案。

### I. 艾草及左手香粉末製作

本試驗使用之艾草及左手香粉末，由行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所(簡稱藥毒所)進行製作，分三次配飼料時(4月18日、5月15日及6月12日)，將臺東製作之艾草及左手香植物地上部全株採收，分別經日光風乾3-5日及剪切成小塊於50℃烘箱，24小時內完成乾燥，研磨成2mm左右粉末供試。

### II. 試驗動物與飼糧處理

將1日齡黑絨烏骨雞性別鑑定後，採用公雛雞240隻，隨機分配於5個飼糧處理組，使各組雞隻體重接近整群平均值，五個處理組分別為對照組(control)：基礎飼糧，未添加任何抗生素或藥物、AA組：添加2%艾草、PA組：添加2%左手香、AA+PA組：添加1%艾草和1%左手香混合以及Tylosin組：添加50ppm泰黴素。基礎飼糧營養配方與組成列如表1。雞隻疫苗接種計畫列如表2。每處理組4重複，每重複12隻公雞，共20欄平飼群養(每欄飼養密度為12隻/3.3m<sup>2</sup>)，試驗期間飲水與飼料均採任食，試驗至16週齡結束，犧牲屠宰並採樣分析。

### III. 測定項目與方法

- 生長性狀：於4、8、12與16週齡秤取個別雞隻體重及記錄各欄飼料剩餘量，以及雞隻死亡數。計算其平均隻日增重(average daily gain/bird, ADG)、平均隻日採食量(average daily feed intake/bird, ADFI)及飼料轉換率(feed/gain, F/G)。
- 血液學(血球計數, blood cell count)及生化值分析：雞隻於第16週齡時經保定後自翼靜脈採血3mL，分裝成2管，其中1管供血液學分析，以Exigo Vet全自動動物血液分析儀，測定白血球(white blood cell, WBC)、異嗜球(heterophils, H)、淋巴球(lymphocytes, L)、嗜中性白血球(neutrophils)、單核球(monocytes)、嗜酸性白血球(eosinophils)及嗜鹼性白血球(basophils)、紅血球(red blood cell, RBC)與血小板(thrombocyte)總數、總蛋白(total protein, TP)、纖維蛋白原(fibrinogen, Fib)、血紅素濃度(hemoglobin, Hb)及血容比(packed cell volume, PCV)值；再經由血液細胞計數器計算下列參數，包括平均紅血球容積[mean corpuscular volume, MCV = PCV (%) × 10 / RBC (10<sup>12</sup>/L)]、平均紅血球血紅素濃度(mean corpuscular hemoglobin concentration,

$MCHC = Hb \times 100 / PCV$  與平均紅血球血紅素量 [mean corpuscular hemoglobin,  $MCH = Hb \times 10 / RBC (10^{12} / L)$ ] 等；另 1 管血液於 4℃、3,000 rpm 離心 10 分鐘後吸取血清分裝，供測定血液生化值、抗體力價、免疫球蛋白 (immunoglobulin, Ig) 及介白素 (interleukin, IL) 等。

表 1. 試驗基礎飼糧配方與組成

Table 1. The composition of the experimental basal diets

Ingredients (%)	weeks of age		
	0 — 4 wk	5 — 8 wk	9 — 16 wk
Corn, yellow	46.15	50.45	54.45
Soybean meal, CP 44%	40	34	28
Wheat bran	4	6	8
Soybean oil	6.8	6.5	6.5
Limestone, pulverized	1.2	1.3	1.3
Dicalcium phosphate	1.0	0.9	0.9
Vitamin premix <sup>a</sup>	0.1	0.1	0.1
Mineral premix <sup>b</sup>	0.2	0.2	0.2
DL-Methionine	0.15	0.15	0.15
Choline chloride, 50%	0.1	0.1	0.1
Iodized salt	0.3	0.3	0.3
Total	100.0	100.0	100.0
Feed cost/kg, NT\$	13.0	12.5	12.2
Calculated values			
Crude protein, %	21.3	19.4	17.4
ME, kcal/kg	3,075	3,084	3,109

<sup>a</sup> Supplied per kg 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, 0.1 mg; and folic acid, 3 mg.

<sup>b</sup> Supplied per kg of diet: Mn, 60 mg (MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O); Zn, 60 mg (ZnO); Cu, 5 mg (Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O); Fe, 70 mg (FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O); Se, 0.1 mg (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>); and I, 0.45 mg.

- (iii) 血液生化值：以血液生化分析儀 (HITACHI 008AS) 並配合各種測定項目試劑套組 (kit) 進行分析，測定項目包括麩胺酸草醯乙酸轉胺酶 (Glutamate oxaloacetate transferase, GOT)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (Glutamate pyruvate transaminase, GPT)、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、肌酸酐 (creatinine, CRE)、三酸甘油酯 (triglyceride, TG)、總膽固醇 (total cholesterol, T-CHOL)、總蛋白 (total protein, TP)、白蛋白 (albumin, ALB)、球蛋白 (globin, GLO) 及白蛋白 / 球蛋白比例 (A/G) 等。
- (iv) 抗體力價：於第 12 與 16 週齡以每試驗組取樣 8 隻血液樣品分析血清抗體力價；檢測項目包括新城病 (Newcastle disease, ND)、傳染性華氏囊病 (infectious bursal disease, IBD) 及傳染性支氣管炎 (infectious bronchitis, IB)。血液樣品送至中央畜產會家禽保健中心南區檢驗室，檢測雞隻樣品之血清抗體力價。ND 採用血球凝集抑制反應 (hemagglutination inhibition test, HIT；IBD 及 IB 則採酵素免疫分析法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)。
- (v) 免疫球蛋白 G (immunoglobulin G, IgG) 與免疫球蛋白 A (immunoglobulin A, IgA)：於第 16 週齡時，採取血液樣品分析血清中 IgG 與 IgA 之濃度。將血清以 Bethyl 公司所生產之雞隻 IgG 與 IgA 酵素免疫分析法套組 (chicken ELISA IgG 及 IgA Kit) 建議之步驟，輔以 ELISA 微量盤分光光譜儀 (Bio-Rad Laboratories Inc., Irvine, CA)，以波長 450 nm 進行含量分析。
- (vi) 前發炎反應細胞激素 (pro-inflammatory cytokine)：於第 16 週齡時，依據細胞激素分析套組檢附之說明操作，利用酵素免疫吸附分析法於 450 nm 測定其波長並計算血清中 IL-1β (interleukin 1 beta) 及 IL-6 (interleukin 6) 之濃度。
- (vii) 抗氧化力指標：於第 16 週齡時，檢測超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)、過氧化氫酶 (catalase,

CAT) 及穀胱甘胺酸 (glutathione, GSH) 濃度，則分別依據相應套組 (Catalog No. 706002, 707002, 703002; Cayman Chemical Co., USA) 檢附之說明操作方法測定。

(vii) 屠體性狀：於第 16 週齡，自每欄中選取接近該欄平均體重之雞隻 2 隻；每處理屠宰 8 隻合計 40 隻，雞隻經放血、脫毛及取出內臟 (心、肝、砂囊、睪丸) 之屠體後，由同一專業人員進行分切，屠體分為頭頸、胸、背、腿、翅、腳，以測定屠體各部位分切重量與比例。

1. 屠體重：以摘除內臟後之屠體重量表示。

2. 屠宰率： $(\text{屠體重} / \text{活體重}) \times 100$ 。

3. 各部位之比例： $(\text{各部位重量} / \text{屠體重}) \times 100$ 。

4. 可食性內臟重 = 心臟重 + 砂囊重 + 肝臟重；可食性內臟重比率 =  $[(\text{心臟重} + \text{砂囊重} + \text{肝臟重}) / \text{屠體重}] \times 100$ 。

#### IV. 統計分析

除平均飼料轉換率及死亡率，以每重複為一試驗單位外，其他性狀，均以個體雞隻為試驗單位。試驗測定之各項性狀資料，利用統計套裝軟體 SAS (statistical analysis system, 2008) 進行統計分析，並以一般線性模式程序 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再以最小平方均值 (least squares means, LSM) 比較處理間平均值的差異顯著性。

表 2. 黑絨烏骨雞疫苗接種計畫表

Table 2. Vaccination program of black velvet silky chicken

Age	Vaccine types	Note
Hatched	MD	Subcutaneous
	ND × IB	Drinking
2 wk old	ND × IB	Drinking
	POX	Wing web
4 wk old	ND × IB × IBD	Intramuscular
6 wk old	ND × IC	Intramuscular
	ILT	Eyes, nose
8 wk old	ND × IB	Drinking
12 wk old	ND × IC	Intramuscular

MD = Marek's disease; ND = Newcastle disease; IB = infectious bronchitis; POX = fowl pox; IBD = infectious bursal disease; IC = infectious coryza; ILT = infectious laryngotracheitis.

## 結果與討論

### I. 生長性狀、存活率及經濟效益分析

飼糧添加艾草、左手香粉末及抗生素組對黑絨烏骨雞公雞生長性狀之影響，列如表 3 所示。在採食量方面，僅 0 – 16 週齡採食量以 PA 組顯著較其他組為高 ( $P < 0.05$ )，其餘各期別則各處理組間無顯著差異；在體增重方面，各期別各處理組間均無顯著差異；在飼料轉換率方面，僅 13 – 16 週期間以 AA + PA 組顯著較 Tylosin 組為高 ( $P < 0.05$ )，其餘各期別則各處理組間無顯著差異。在艾草部分，此結果與 Kim *et al.* (2012) 飼養白肉雞第 1 – 35 日齡生長性能結果類似，飼糧添加 1% 與 2% 艾草粉末組之採食量、體增重與飼料轉換率均與對照組無顯著差異；也與 Khalaji *et al.* (2011) 飼養白肉雞第 1 – 42 日齡生長性能結果類似，飼糧添加 1% 艾草粉末組之體增重與飼料轉換率均與對照組無顯著差異；但採食量則顯著低於對照組 ( $P < 0.05$ ) 與本試驗相反。在左手香部分，Silitonga and Syaputri (2018) 飼糧添加 5、10、15 與 20% 左手香粉末飼養白肉雞，其 35 日齡之體增重顯著低於對照組 ( $P < 0.05$ )。Languido *et al.* (2020) 飼糧添加 3、6 與 9% 左手香粉末飼養白肉雞第 1 – 35 日齡之體重、體增重與飼料轉換率均顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )，採食量則顯著低於對照組 ( $P < 0.05$ )，此外添加 3% 和 6% 左手香粉末，於 7 週總採食量極顯著高於對照組 ( $P < 0.01$ )，與本試驗添加 2% PA 顯著增加採食量結果相符，但在添加比例達 9% 時反而造成採食量降低，可能與高濃度造成苦味增加以及單胃動物無法利用高纖維素有關。在雞隻體重方面如表 4 所示，僅 8 週齡時體重以 AA + PA 組及 Tylosin 組顯著較對照組為輕 ( $P < 0.05$ )。

吳等 (2015) 報告指出，飼糧添加 2、3 與 5% 艾草粉末飼養肉雞第 42 – 102 日齡之體重均顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )，此結果與本試驗於 112 日齡添加 2% 艾草粉末組之結果相反，推測可能與試驗雞種和雞舍環境溫度、通風有關；在雞隻存活率方面如表 3 所示，0 – 16 週齡對照組、AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組之存活率分別為 90、100、84、100 及 98%；僅 AA 組及 AA + PA 組可達 100% 存活率。

表 3. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 0 – 16 週齡黑絨烏骨雞公雞生長性能與存活率之影響

Table 3. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on growth performance and survivability of male black velvet silky chicken during 0-16 weeks of age

Items/age	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin	SEM
Feed intake, g/bird						
0 – 4 weeks	423	440	443	420	412	13
5 – 8 weeks	1,065	1,132	974	1,130	1,100	80
9 – 12 weeks	1,594	1,542	1,583	1,545	1,546	37
13 – 16 weeks	1,667	1,614	1,972	1,659	1,693	109
0 – 16 weeks	4,749 <sup>b</sup>	4,728 <sup>b</sup>	4,972 <sup>a</sup>	4,754 <sup>b</sup>	4,751 <sup>b</sup>	59
Weight gain, g/bird						
0 – 4 weeks	195	197	193	185	190	6
5 – 8 weeks	358	316	312	300	317	32
9 – 12 weeks	473	491	506	513	485	29
13 – 16 weeks	327	311	369	300	362	24
0 – 16 weeks	1,353	1,313	1,378	1,298	1,354	35
Feed conversion ratio, feed/gain						
0 – 4 weeks	2.18	2.24	2.30	2.27	2.17	0.05
5 – 8 weeks	3.08	3.67	3.11	3.98	3.58	0.43
9 – 12 weeks	3.37	3.18	3.16	3.04	3.25	0.18
13 – 16 weeks	5.15 <sup>ab</sup>	5.26 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>a</sup>	4.68 <sup>b</sup>	0.29
0 – 16 weeks	3.53	3.60	3.61	3.67	3.51	0.07
Survivability, %						
0 – 4 weeks	100	100	100	100	100	0
0 – 8 weeks	92	100	84	100	100	7
0 – 12 weeks	92	100	84	100	98	7
0 – 16 weeks	90	100	84	100	98	8

N = 4.

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

<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.

<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.

<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

本次試驗基礎飼糧依 108 年市場各原料價格計算，0 – 4 週齡、5 – 8 週齡及 9 – 20 週齡飼糧，各期飼料成本分別為 13.0、12.5 及 12.2 元/kg。泰靈素售價約 2,400 元/kg，而依據藥毒所粗估艾草與左手香植物粉末材料與製程成本分別為 300 與 1,580 元/kg；所以粗估對照組、AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞 0 – 16 週齡經濟效益分析，列如表 5 所示。結果顯示，若 1 隻 16 週齡黑絨烏骨雞公雞活體可賣 400 元，則對照組、AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組之淨利，每隻分別為 301.4、313.3、117.6、252.0 及 332.8 元；以 Tylosin 組最佳，若不使用抗生素則以 AA 組最佳，比對照組淨利每隻多賺 11.9 元。Languido *et al.* (2020) 飼糧添加 3、6 與 9% 左手香粉末飼養白肉雞第 1 – 35 日齡之每隻淨利均高於對照組。本次試驗中左手香成本高之原因，係藥毒所雖然製作以最便宜鮮重 60 元/kg 計價，再經加工切片 (10 元/kg)、烘乾 (烘箱固定時間 16 小時收 30 元/kg)、研磨 80 元/kg，使 150 kg 鮮重左手香最後只剩 10 kg 左手香粉末計算，成本至少 1,580 元/kg (不含植物送到加工廠運費)；因為種植面積小，且無農藥，以致成本較高。因此僅供艾草與左手香粉末材料與製程



成本參考相對值，未來若擴大生產時成本會降低。

表 4. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 4、8、12 與 16 週齡黑絨烏骨雞公雞體重 (g) 之影響

Table 4. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* of Chinese herbs on body weight (g) of male black velvet silky chicken at 4, 8, 12 and 16 weeks of age

Items/age	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin
0 weeks	30.6 ± 0.3 (N = 48)	30.4 ± 0.3 (N = 48)	31.1 ± 0.3 (N = 48)	30.3 ± 0.3 (N = 48)	30.8 ± 0.3 (N = 48)
4 weeks	225 ± 5 (N = 48)	227 ± 5 (N = 48)	224 ± 5 (N = 48)	215 ± 5 (N = 48)	221 ± 5 (N = 48)
8 weeks	576 ± 13 <sup>a</sup> (N = 44)	542 ± 13 <sup>ab</sup> (N = 48)	544 ± 14 <sup>ab</sup> (N = 40)	515 ± 13 <sup>b</sup> (N = 48)	537 ± 13 <sup>b</sup> (N = 48)
12 weeks	1,048 ± 20 (N = 44)	1,033 ± 20 (N = 48)	1,050 ± 21 (N = 40)	1,028 ± 20 (N = 48)	1,022 ± 20 (N = 47)
16 weeks	1,367 ± 29 (N = 43)	1,343 ± 28 (N = 48)	1,405 ± 30 (N = 40)	1,328 ± 28 (N = 48)	1,375 ± 28 (N = 47)

Mean ± standard error; N = 4.

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

<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.

<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.

<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

表 5. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 0 – 16 週齡黑絨烏骨雞公雞之經濟效益分析

Table 5. Economic analysis of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on male black velvet silky chicken during 0-16 weeks of age

Items	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin
Feed cost/bird (NT \$) <sup>1</sup>	58.6	58.4	61.3	58.7	58.6
Additives cost/bird (NT \$) <sup>2</sup>	0	28.4	157.1	89.4	0.6
Chicken price/bird (NT \$) <sup>3</sup>	360	400	336	400	392
IOFC/bird (NT \$) <sup>4</sup>	301.4	313.3	117.6	252.0	332.8

<sup>1</sup> Feed cost / bird (NT \$) = [0 – 4 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 13.0 NT \$ / kg] + [5 – 8 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 12.5 NT \$ / kg] + [9 – 16 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 12.2 NT \$ / kg].

<sup>2</sup> Additives cost/bird (NT \$):

(<sup>1</sup>) 2% *Artemisia argyi* cost/bird (NT \$) = [0 – 16 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 0.02 × 300 NT \$ / kg].

(<sup>2</sup>) 2% *Plectranthus amboinicus* cost / bird (NT \$) = [0 – 16 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 0.02 × 1,800 NT \$ / kg].

(<sup>3</sup>) 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix cost / bird (NT \$) = [0 – 16 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 0.01 × 300 NT \$ / kg] + [0 – 16 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 0.01 × 1,800 NT \$ / kg].

(<sup>4</sup>) 50 ppm Tylosin cost/ bird (NT \$) = [0 – 16 weeks feed intake / bird (g) ÷ 1,000 × 0.00005 × 2,400 NT \$ / kg].

<sup>3</sup> Chicken price / bird (NT \$) = 400 NT \$ / chicken × 0 – 16 weeks livability (%).

<sup>4</sup> IOFC/bird (NT\$) = Chicken price / bird (NT \$) – Feed cost / bird (NT \$) – Additives cost / bird (NT\$).

<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.

<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.

<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

IOFC = Income over feed cost.

## II. 血清抗體力價

飼糧添加 AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞血清抗體力價之影響，列如表 6 所示。試驗結果顯示，在 12 週齡時，以 AA 組與 AA + PA 組之 ND 抗體力價顯著較 PA 組為高 (P < 0.05)；AA + PA 組之 IBD 抗體力價顯著較 Tylosin 組為高 (P < 0.05)；PA 組之 IB 抗體力價顯著較對照組與 Tylosin 組為高 (P < 0.05)。在 16 週齡時，ND、IBD 及 IB 之抗體力價則在各處理組間均無顯著差異。Kaab *et al.* (2022) 指出飼



糧添加 1% 艾草 (*Artemisia*) 粉末可使白肉雞 35 日齡新城病抗體力價顯著提升 ( $P < 0.05$ )，相較於本試驗 AA 組結果，抗體力價雖稍有提升，但未達顯著差異。

雞隻血清抗體力價判讀，常因品種、年齡、個體差異、病原之抗原性及檢測方法不同而造成影響。影響抗體力價之因素複雜，包含雞隻品系、年齡、疫苗品質、病原之抗原性、檢測方法與個體差異，均會影響抗體力價，如高環境溫度所造成之緊迫，除雞隻生長性能變差外，也會對雞隻免疫能力造成影響。一般而言，雞隻抗體力價與抵抗病毒的能力呈正相關，故抗體力價較高者，也有較強的抗病毒能力 (Peleg *et al.*, 1976)。本研究所採用之雞隻血清抗體力價判讀之參考標準，主要以參考蔡及張 (2003) 報告國立臺灣大學王金和教授所提供之資料。其中，ND、IB 及 IBD 分別於 16 – 1,024、3,000 – 10,000 及 3,000 – 10,000 具有保護力。所以本試驗各處理組間無論是 12 週齡與 16 週齡，在 ND 血清抗體力價部分，均超過 1,024，顯示可能有野外毒入侵風險；而 IB 血清抗體力價部分，均低於 3,000 未達保護力價；在 12 週齡 IBD 血清抗體力價部分，均符合 3,000 – 10,000 範圍具有保護力，但 16 週齡時只剩 AA + PA 組具有保護力，其他各處理組均低於 3,000 未達保護力價。一般而言，雞隻的主要免疫組織或器官有胸腺、華氏囊、脾臟、骨髓、哈氏腺及黏膜淋巴組織 (盲腸扁桃、派亞氏結) 等，只要上述組織或器官之功能正常，均能對疫苗有很好的免疫反應，如受到破壞或抑制，將嚴重影響其免疫機能之產生 (蔡及張, 2003)。動物對疾病的抵抗力與其免疫系統的發展有關，因此，為了減少藥物使用，其根本方法乃在於使用疫苗後使動物自身免疫系統充分反應 (林等, 1996)。

表 6. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 12 與 16 週齡黑絨烏骨雞公雞血清之新城病 (ND)、傳染性華氏囊病 (IBD) 及傳染性支氣管炎 (IB) 抗體力價之影響

Table 6. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on ND, IBD and IB antibody titer of male black velvet silky chicken at 12 and 16 weeks of age

Items	wks	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin	SEM
ND <sup>1</sup> (log <sub>2</sub> )		10.0 <sup>a</sup>	10.6 <sup>a</sup>	8.9 <sup>b</sup>	10.9 <sup>a</sup>	10.1 <sup>a</sup>	0.4
IBD <sup>2</sup> (× 10 <sup>3</sup> )	12	4.1 <sup>ab</sup>	4.2 <sup>ab</sup>	4.6 <sup>ab</sup>	5.5 <sup>a</sup>	4.0 <sup>b</sup>	0.5
IB <sup>2</sup> (× 10 <sup>3</sup> )		1.3 <sup>b</sup>	1.6 <sup>ab</sup>	2.2 <sup>a</sup>	1.7 <sup>ab</sup>	1.1 <sup>b</sup>	0.3
ND <sup>1</sup> (log <sub>2</sub> )		10.7	10.8	10.7	11.3	10.7	0.3
IBD <sup>2</sup> (× 10 <sup>3</sup> )	16	2.5	2.7	2.9	3.5	2.6	0.4
IB <sup>2</sup> (× 10 <sup>3</sup> )		0.9	1.0	1.2	1.1	0.9	0.2

N = 16.

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

ND = Newcastle disease; IB = infectious bronchitis; IBD = infectious bursal disease.

<sup>1</sup> Serum hemagglutination inhibition assay.

<sup>2</sup> Enzyme-linked immunosorbent assay.

<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.

<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.

<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

### III. 免疫球蛋白

飼糧添加 AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞免疫球蛋白之影響，列如表 7 所示。試驗結果顯示，16 週齡 IgA 與 IgG 在各處理組間均無顯著差異。此結果與曹等 (2015) 指稱在白肉雞第 21 與 42 日齡之 IgA 與 IgG 方面，飼糧添加 0、0.25、0.50、1.00 及 2.00% 艾草粉末組均與對照組無顯著差異相似。

### IV. 前發炎反應細胞激素 (pro-inflammatory cytokine)

飼糧添加 AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞前發炎反應細胞激素之影響，列如表 7 所示。試驗結果顯示，16 週齡 IL-1β 與 IL-6 在各處理組間均無顯著差異。

IL-1、IL-6 及 TNF-α 為前發炎反應細胞激素，在急性發炎反應中扮演重要角色，這三種細胞激素會增加血管通透性，因而導致紅、腫、熱、痛等發炎反應，為發炎反應之主要調節者，可持續刺激活化巨噬細胞以分泌更多的促發炎的細胞激素，進而活化 B 細胞與 T 細胞，增加細胞激素的產生與毒殺微生物的活性 (Nathan, 1987; 梁等, 2004)。肉雞飼糧添加艾草萃取物可防止腹腔注射脂多糖 (lipopolysaccharide, LPS) 所引起的平均日增重與日攝食量之降低狀況；由於艾草萃取物可以降低發炎反應與減弱免疫系統的過度反應，所以能抑制發炎

的前發炎反應細胞激素 (IL-1 與 IL-6) 及免疫球蛋白 (IgA 與 IgG) 之產生 (Zhang *et al.*, 2017)。而本試驗可能未使用 LPS，加上飼養管理正常，所以各試驗處理組間之前發炎反應細胞激素 (IL-1 與 IL-6) 及免疫球蛋白 (IgA 與 IgG)，無法產生顯著差異。

表 7. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 16 週齡黑絨烏骨雞公雞血清免疫球蛋白 A (IgA)、G (IgG)、介白素 1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ )、6 (IL-6) 與抗氧化能力之影響

Table 7. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on immunoglobulin A (IgA), G (IgG), interleukin 1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), 6 (IL-6) and antioxidant capacity of male black velvet silky chicken at 16 weeks of age

Items	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin	SEM
Immunoglobulin						
IgA (ng/mL)	173	213	208	236	173	25
IgG (pg/mL)	693	661	572	680	536	63
Interleukin						
IL-1 $\beta$ (pg/mL)	97	32	141	73	85	66
IL-6 (pg/mL)	438	376	277	325	273	53
Antioxidant capacity						
GSH (U/mg)	41.3	29.3	31.8	24.3	47.5	9.1
CAT (mU/mL)	6.0	5.9	6.2	6.2	6.1	0.2
SOD (inhibition rate, %)	38.1	41.7	42.3	39.7	36.9	5.5

N = 8.

GSH = glutathione; CAT = catalase; SOD = superoxide dismutase.

<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.

<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.

<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

## V. 血清抗氧化能力

飼糧添加 AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞血清抗氧化能力之影響，列如表 7 所示。試驗結果顯示，16 週齡 GSH、CAT 及 SOD 濃度等在各處理組間均無顯著差異。此與曹等 (2015) 在白肉雞第 21 與 42 日齡之 SOD 與 CAT 濃度方面，飼糧添加 0、0.25、0.50、1.00 及 2.00% 艾草粉末組均與對照組無顯著差異之結果相符。GSH 是體內重要的抗氧化劑和自由基清除劑，可以與有害的自由基和重金屬結合，將有毒有害物質轉化成無害物質排出體外，還能夠幫助免疫系統保持正常的免疫功能 (Zhao *et al.*, 2016)。CAT 可促使過氧化氫 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 分解為分子氧和水，清除體內的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，從而使細胞免於遭受 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的毒害，是生物防禦體系的關鍵酶之一；CAT 普遍存在於生物體內，提供抗氧化防禦和保護作用 (張等, 2020)。

## VI. 血清生化值

飼糧添加 AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞血清生化值之影響，列如表 8 所示。試驗結果顯示，GOT、GPT、BUN、CRE、T-CHOL、TP、ALB (A)、GLO (G) 及 A/G 等各處理組間均無顯著差異；唯對照組之 TG 顯著較 Tylosin 組為高 (P < 0.05)，添加中藥草三組的 TG 介於其間。此與張等 (2020) 在 40 週齡蛋雞進行 56 天飼糧添加 3% 艾草粉末對 GOT、GPT、T-CHOL、TP、TG、ALB、GLO 等血清生化值均與對照組無顯著差異的結果相符。由於血清生化指標能夠反映出動物對於物質的吸收和代謝情況，並反映健康狀況，顯示艾草與左手香中藥草添加對黑絨烏骨雞公雞健康狀況並無不良影響。

## VII. 血液學

飼糧添加 AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞血液學之影響，列如表 9 所示。試驗結果顯示，PCV、RBC、Hb、MCV、MCH、MCHC、lymphocytes、eosinophils、basophils、thrombocyte、TP、Fib 等於各處理組間均無顯著差異；在 WBC 方面，AA 組顯著較 AA + PA 組及 Tylosin 組為高 (P < 0.05)；在 heterophils 方面，PA 組顯著較 AA + PA 組及對照組為高 (P < 0.05)；在 monocytes 方面，對照組顯著較 Tylosin 組為高 (P < 0.05)。本試驗與陳等 (2006) 報告換算雄性土雞之 PCV (32.88 – 40.68%)、RBC (2.76 – 3.49 × 10<sup>6</sup>/μL)、Hb (10.47 – 14.58 g/dL)、MCV (115.75 – 119.05 fL)、MCH (37.88 – 41.85 pg)、MCHC (31.90 – 35.88 g/dL) 及 WBC (9,830 – 22,750 /μL)、heterophils (1,524 – 7,091 /μL)、lymphocytes (6,600 – 11,905 /μL)、monocytes

(721 – 1,401 / $\mu$ L)、eosinophils (189 – 256 / $\mu$ L)、basophils (639 – 2,161 / $\mu$ L)、H/L 比值 (0.24 – 0.60) 等數據相近。此與 Khalaji *et al.* (2011) 在白肉雞第 42 日齡時進行血液學分析，僅飼糧添加艾草粉末組之 monocytes 顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ ) 結果不同，其他如 RBC、WBC、Hb、basophils、lymphocytes 及 eosinophils 等均與對照組無顯著差異的結果相符。一般而言，白血球值過高可能是因身體某部位受感染發炎或白血病、組織壞死等嚴重疾病；淋巴球增多可能代表感染濾過性病毒；單核球增多可能是罹患單核白血病或是處於急性感染的恢復期。本試驗 AA + PA 組與 Tylosin 組均比對照組為低，顯示有降低發炎反應效果。Maxwell (1993) 指出鳥禽可由 H/L 比值顯示其緊迫之程度，比值越大則緊迫越高。在 H/L 方面，PA 組顯著較 AA + PA 組、Tylosin 組及對照組為高 ( $P < 0.05$ )，顯示添加 PA 組對黑絨烏骨雞公雞緊迫高於對照組。

表 8. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 16 週黑絨烏骨雞公雞血液生化值之影響

Table 8. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on blood biochemical value of male black velvet silky chicken at 16 weeks of age

Items	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin	SEM
GOT (U/L)	235.5	244.1	235.6	237.5	260.6	14.4
GPT (U/L)	2.1	2.4	2.5	2.0	2.3	0.2
TP (g/dL)	4.5	4.2	4.2	3.9	4.7	0.3
ALB (g/dL)	2.0	2.0	2.1	1.9	2.4	0.2
GLO (g/dL)	2.4	2.2	2.2	1.9	2.3	0.2
A/G	0.88	0.96	0.98	1.00	1.22	0.17
BUN (mg/dL)	1.01	1.15	1.15	1.00	1.15	0.10
CRE (mg/dL)	0.10	0.17	0.18	0.14	0.20	0.02
T-CHOL (mg/dL)	146	145	127	141	134	13
TG (mg/dL)	68 <sup>a</sup>	48 <sup>ab</sup>	48 <sup>ab</sup>	47 <sup>ab</sup>	41 <sup>b</sup>	9

N = 8.

GOT = glutamate oxaloacetate transferase; GPT = glutamate pyruvate transaminase; BUN = blood urea nitrogen; CRE = creatinine; TG = triglyceride; T-CHOL = total cholesterol; TP = total protein; ALB = albumin; GLO = globin; A/G = ALB/GLO.

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

<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.

<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.

<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

表 9. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 16 週齡黑絨烏骨雞公雞血液學之影響

Table 9. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on hematology values of male black velvet silky chicken at 16 weeks of age

Items	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin	SEM
PCV (%)	32.36	34.44	34.13	33.88	31.38	1.25
RBC( $\times 10^6$ / $\mu$ L)	2.53	2.65	2.65	2.59	2.42	0.11
Hb (g/dL)	12.44	12.74	13.00	12.45	11.95	0.48
MCV (fL)	128.65	130.91	122.08	132.18	130.05	4.71
MCH (pg)	49.56	48.30	46.32	48.44	49.53	1.56
MCHC (g/dL)	38.44	37.06	38.19	36.83	38.20	0.68
WBC (/ $\mu$ L)	15,893 <sup>ab</sup>	18,550 <sup>a</sup>	16,960 <sup>ab</sup>	14,513 <sup>b</sup>	14,613 <sup>b</sup>	983
Heterophils (/ $\mu$ L)	2,484 <sup>c</sup>	4,705 <sup>ab</sup>	5,241 <sup>a</sup>	2,902 <sup>bc</sup>	3,807 <sup>abc</sup>	754
Lymphocytes (/ $\mu$ L)	9,239	10,091	7,838	8,727	9,145	983
Heterophil/Lymphocyte ratio	0.27 <sup>b</sup>	0.47 <sup>ab</sup>	0.67 <sup>a</sup>	0.33 <sup>b</sup>	0.42 <sup>b</sup>	0.08
Monocytes (/ $\mu$ L)	3,264 <sup>a</sup>	2,928 <sup>ab</sup>	3,024 <sup>ab</sup>	2,322 <sup>ab</sup>	1,756 <sup>b</sup>	505
Eosinophils (/ $\mu$ L)	311	323	159	239	154	70

表 9. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 16 週齡黑絨烏骨雞公雞血液學之影響 (續)

Table 9. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on hematology values of male black velvet silky chicken at 16 weeks of age (continued)

Items	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin	SEM
Basophils (/μL)	607	503	404	322	672	164
Thrombocytes (× 10 <sup>3</sup> /uL)	17.21	15.38	27.07	18.12	15.56	6.77
TP (g/dL)	5.17	5.25	5.27	5.00	4.74	0.20
Fib (g/dL)	0.45	0.44	0.41	0.37	0.33	0.07

N = 16.

<sup>a, b, c</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

## VIII 屠體性狀

飼糧添加 AA 組、PA 組、AA + PA 組及 Tylosin 組對黑絨烏骨雞公雞屠體性狀之影響，列如表 10 所示。試驗結果顯示，在屠宰率方面，對照組顯著較 AA 組、PA 組及 Tylosin 組為高 (P < 0.05)；而 AA + PA 組顯著較 PA 組及 Tylosin 組為高 (P < 0.05)。腹脂率與可食性內臟重比率則各處理組間均無顯著差異。黃等 (1998) 報告黑羽烏骨雞公雞之 16 週齡屠宰率及可食性內臟重比率分別為 80.6 及 5.2%。在左手香部分，Languido *et al.* (2020) 飼糧添加 3、6 與 9% 左手香粉末飼養白肉雞第 1 – 35 日齡之屠體率與對照組無顯著差異。Silitonga and Syaputri (2018) 飼糧添加 5、10、15 與 20% 左手香粉末飼養白肉雞第 1 – 35 日齡之屠體與肝臟重量顯著低於對照組 (P < 0.05)；但屠體率則與對照組無顯著差異。添加左手香可顯著降低肉雞的重量 (P < 0.05)，可能因為左手香葉中含有芳樟醇 (linalool)，可提高微粒體肝酶 (microsomal hepatic enzyme) 的活性，從而有助於提高代謝活性。

表 10. 飼糧添加艾草與左手香粉末對 16 週齡黑絨烏骨雞公雞屠體性狀之影響

Table 10. Effects of diets added with *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on carcass characteristics of male black velvet silky chicken at 16 weeks of age

Items	Control	AA <sup>*</sup>	PA <sup>§</sup>	AA + PA mix <sup>#</sup>	50 ppm Tylosin	SEM
Carcass, %	79.2 <sup>a</sup>	76.3 <sup>bc</sup>	75.1 <sup>c</sup>	77.6 <sup>ab</sup>	75.2 <sup>c</sup>	0.9
Abdominal fat, %	0.60	0.24	0.35	0.01	0.02	0.25
Heart, %	0.52 <sup>ab</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.51 <sup>ab</sup>	0.51 <sup>ab</sup>	0.49 <sup>b</sup>	0.03
Liver, %	2.35	2.34	2.46	2.63	2.39	0.21
Gizzard, %	3.32	3.13	3.31	3.61	3.38	0.22
Edible organ, %	6.19	6.05	6.28	6.75	6.25	0.34

N = 8.

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

Edible organs (%) = [(heart + gizzard + liver) / carcass weight] × 100

<sup>\*</sup> AA = 2% *Artemisia argyi*.<sup>§</sup> PA = 2% *Plectranthus amboinicus*.<sup>#</sup> AA + PA = 1% *Artemisia argyi* + 1% *Plectranthus amboinicus* mix.

## 結論與建議

綜合以上所述，若單獨以經濟效益作考量，不使用抗生素飼養時以添加 AA 組，粗收益較佳。若以 0 – 16 週齡黑絨烏骨雞公雞之生長性能、體重、存活率、血清抗體力價、免疫球蛋白、前發炎反應細胞激素、血清生化值、血液學、血清抗氧化能力及屠體性狀等整體考量，於飼養期間全程不添加抗生素，可利用含 AA 飼糧取代藥物飼養，以徹底杜絕烏骨雞藥物殘留問題。



## 參考文獻

- 林仁壽、吳兩新。1996。中藥作為飼料添加劑之展望。生物產業 7：181-187。
- 吳有華、劉力、王敬、程文超、杜沙沙。2015。艾草粉對肉雞免疫器官指數及生長的影響。湖北畜牧獸醫 36：5-10。
- 洪哲明、葉家舟、葉明憲、林義福、陳添福、劉曉龍、蔡銘洋、謝昭賢、鄭裕信、許振忠。2011。飼糧添加板藍根複方中藥草對土雞生長性能及免疫反應之影響。畜產研究 44：337-352。
- 梁佳玟、賴怡君、朱燕華。2004。中草藥對於促發炎細胞激素生成之影響。中醫藥雜誌 15：293-304。
- 陳盈豪、曾秋隆、馮誠萬、林德田。2006。在熱季臺灣土雞與商用裸頸雞育成期紅血球相與白血球相變化之比較。東海學報 47：21-29。
- 曹振興、史彬林、張鵬飛、楚維斌、孫登生、佟滿滿、陳宏燕、郭曉宇。2015。艾蒿粉對肉仔雞免疫及抗氧化功能的影響。糧食與飼料工業 11：70-73。doi:10.763/j.issn.1003-6202.2015.11.018。
- 許世源、劉峻旭、廖建綸、郭宗甫。2018。到手香植物成分及藥理作用研究進展。中華傳統獸醫學會會刊 22：25-42。
- 黃祥吉、劉曉龍、陳怡兆、王政騰、鄭裕信、張秀鑾、黃鈺嘉、鍾秀枝。1998。大陸雞與本省土雞之開發及利用。I. 大陸雞與本省土雞生長性能之比較。臺灣省畜產試驗所八十七年度試驗報告：14-1 — 14-8。
- 張旭、朱靜波、燕海峰、胡艷、蔣桂稻。2020。艾草粉對蛋雞生產性能、蛋品質、血清生化和抗氧化指標的影響。動物營養學報 32：4873-4880。
- 葉家舟、葉明憲、林義福、劉曉龍、蔡銘洋、李國華、洪哲明。2017。飼糧添加薄荷中藥草粉末對小型絲羽烏骨雞生長、屠體性狀及免疫反應之影響。畜產研究 50：196-206。
- 蔡信雄、張聰洲。2003。建立最少疾病雞場參考原則圖說。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。(ISBN：957-01-4797-0)。
- 趙健。2019。淺談艾草粉在蛋雞生產中的應用。河南畜牧獸醫 40：39-40。
- 劉超齊、常娟、王平、尹清強、堂曉傳、高天增。2018。艾草的生物學功能及在畜牧生產上的應用。ChinaXiv 合作期刊：201812.00813v1。
- 戴惠玉、傅曉萍、黃竹珈、陳信志、林炎英、林宜蓉、陳姿伶。2021。109 年度市售禽畜水產品中動物用藥殘留監測。食品藥物研究年報 12：62-71。
- Abdul -Wasae, B. M., A. S. Manal Alashwal, and El-Essy Mohammed. 2017. A preliminary study on possible effect of *Plectranthus* spp. Extract on histopathology and performance of broilers chicken infected by *Eimeria tenella* in taiz city, YEMEN. Egypt. Poult. Sci. 37 (III): 761-777.
- Gholamrezaie Sani, L., M. Mohammadi, J. Jalali Sendi, S. A. Abolghasemi, and M. Roostaie Ali Mehr. 2013. Extract and leaf powder effect of *Artemisia annua* on performance, cellular and humoral immunity in broilers. Iran. J. Vet. Res. 14: 15-20.
- Kaab, H. T., S. S. Hameed, and A. M. Sahib. 2022. The Effect of *Artemisia* on Immune Response and Productive Performance Against Newcastle Disease in Broiler Chickens. J. World Poult. Res. 12: 3128-3135.
- Khalaji, S., M. Zaghari, K. H. Hatami, S. Hedari-Dastjerdi, L. Lotfi, and H. Nazarian. 2011. Black cumin seeds, *Artemisia* leaves (*Artemisia sieberi*), and *Camellia* L. plant extract as phytogetic products in broiler diets and their effects on performance, blood constituents, immunity, and cecal microbial population. Poult. Sci. 90: 2500-2510.
- Kim, Y. J., C.M. Kim, J. H. Choi, and I. H. Choi. 2012. Effect of dietary mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) and pine needle powder (*Pinus densiflora*) on growth performance, serum cholesterol levels, and meat quality in broilers. Afr. J. Biotechnol. 11: 11866-11873.
- Languido, L. S., M. J. Lamire, and O. M. Gaffiud. 2020. Performance of bounty fresh broiler chicken fed diet supplemented with oregano (*Plectranthus amboinicus* L.) leaf meal. European J. Agric. Food Sci. 2: 1-5.
- Maxwell, M. H. 1993. Avian blood leucocyte responses to stress. World's Poult. Sci. J. 49: 34-43.
- Nathan, C. F. 1987. Secretory products of macrophages. J. Clin. Invest. 79: 319-323.
- Peleg, B. A., M. Soller, N. Ron, K. Hornstrin, T. Brody, and E. Kalmar. 1976. Familial differences in antibody response of broiler chickens to vaccination with attenuated and inactivated Newcastle disease virus vaccine. Avian Dis. 20: 661-668.
- SAS Institute. 2008. SAS/STAT User's guide: Statistics. Version 9.2th ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.



- Silitonga, M. and N. Syaputri. 2018. The effect of Bangunbangun (*Plectranthus amboinicus* L. spreng) supplemented in feed on the quality of broiler chicken meat. Proceedings of The 5th Annual International Seminar on Trends in Science and Science Education, AISTSSE 2018, 18 - 19. DOI: 10.4108/eai.18-10-2018.2287184.
- Zhang, P., B. L. Shi, J. L. Su, Y. X. Yue, Z. X. Cao, W. B. Chu, K. Li, and S.M. Yan. 2017. Relieving effect of *Artemisia argyi* aqueous extract on immune stress in broilers. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 101: 251-258.
- Zhang, P., H. Chen, B. Shi, F. Zhao, X. Guo, X. Jin, and S. Yan. 2020a. In vitro antioxidant activity of *Artemisia argyi* powder and the effect on hepatic and intestinal antioxidant indices in broiler chickens. Ann. Anim. Sci. 20: 1085-1099.
- Zhang, P., D. Sun, B. Shi, L. Faucitano, X. Guo, T. Li, Y. Xu, and S. Yan. 2020b. Dietary supplementation with *Aartimisia argyi* extract on inflammatory mediators and antioxidant capacity in broilers challenged with lipopolysaccharide. Ital. J. Anim. Sci. 19: 1091-1098.
- Zhao, F., B. Shi, D. Sun, H. Chen, M. Tong, and P. Zhang. 2016. Effects of dietary supplementation of *Artermisia argyi* aqueous extract on antioxidant indexes of small intestine in broilers. Anim. Nutr. 2: 198-203.

# Effect of dietary supplementation of *Artemisia argyi* and *Plectranthus amboinicus* on the growth performance, hematology values and carcass characteristics of male black velvet silky chicken <sup>(1)</sup>

Ming-Yang Tsai <sup>(2)(4)</sup> Hsiao-Lung Liu <sup>(2)</sup> Cheng-Yung Lin <sup>(2)</sup> Yih-Fwu Lin <sup>(3)</sup>  
Yu-Rong Huang <sup>(5)</sup> Kuo-Hsiang Hung <sup>(4)</sup> and Che-Ming Hung <sup>(2)(6)</sup>

Received: Nov. 30, 2021; Accepted: Sep. 14, 2022

## Abstract

The purpose of this experiment was to investigate dietary supplementation of *Artemisia argyi* (AA) and *Plectranthus amboinicus* (PA) on the effects of growth performance, blood chemistry, immune, antioxidant and carcass characteristics of male black silky chickens for non-antibiotic feeding mode for the reference of farmers. Two hundred and forty days old black male silky chickens were divided into five groups with similar group body weight. The five groups were control group (basal diet without any antibiotics or drugs), and dietary supplementation of 2% AA, 2% PA, 1% AA + 1% PA and 50 ppm Tylosin. The results indicated that feed intake of 2% PA group was significantly higher than that of the other groups ( $P < 0.05$ ) during 0 - 16 weeks of age. There was no significant difference among the groups in body weight gain, feed conversion ratio, body weight and survivability. Regarding economic benefit, 2% AA group was the best other than 50 ppm Tylosin. There was no significant difference among the groups in ND, IBD, IB, IgA, IgG, IL-1 $\beta$ , IL-6, GSH, CAT and SOD at 16 weeks of age. In serum biochemistry, TG of the control group was significantly higher than that of 50 ppm Tylosin group ( $P < 0.05$ ). It indicated that addition of AA and PA had no negative effect on black silky chicken. In WBC, 2% AA group was significantly higher than 1% AA + 1% PA and 50 ppm Tylosin group ( $P < 0.05$ ). In heterophils, 2% PA group was significantly higher than 1% AA + 1% PA and control group ( $P < 0.05$ ). In monocytes, control group was significantly higher than 50 ppm Tylosin group ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference among the group in the other blood values. In slaughter rate, control group was significantly higher than 2% AA, 2% PA and 50 ppm Tylosin group ( $P < 0.05$ ). However, 1% AA + 1% PA group was significantly higher than 2% PA and 50 ppm Tylosin group ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference among the groups in abdominal fat and edible internal organs. In conclusion, supplementation of 2% AA had the best economic benefit for feeding without antibiotics. In consideration of growth performance, body weight, survivability, serum antibody titer, immune globulin, pro-inflammatory cytokine, serum biochemistry, hematology, serum antioxidant and carcass characteristics, feeds added with 2% AA can replace antibiotics to preclude drug residue of silky chicken.

Key words: *Artemisia argyi*, *Plectranthus amboinicus*, Black velvet silky chicken.

(1) Contribution No. 2716 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Industry Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Retired from Nutrition Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology.

(5) Product Development Division, COA-TACTRI, Taichung, Taiwan, R. O. C.

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

# 阿爾拜因山羊生乳中懷孕相關糖蛋白濃度 與分娩頭數之關係<sup>(1)</sup>

楊明桂<sup>(2)</sup> 蘇展樑<sup>(3)</sup> 林宗毅<sup>(4)</sup> 涂柏安<sup>(2)(5)</sup>

收件日期：111 年 5 月 17 日；接受日期：111 年 9 月 23 日

## 摘 要

母山羊在配種完進行懷孕診斷後，會將懷孕母羊進行分群管理，然而多胞胎（雙胞胎以上）、雙胞胎及單胞胎母羊之營養需求顯著不同，多胞胎母羊在懷孕期間應有特別照護及供應額外營養，以減少懷孕羊隻罹患代謝紊亂及妊娠毒血症（pregnancy toxemia），亦可減少因體弱造成的出生仔羊死亡率。本試驗應用檢測阿爾拜因泌乳羊懷孕各階段乳汁中之懷孕相關糖蛋白（pregnancy-associated glycoprotein, PAG）濃度，並與實際分娩頭數對照，藉以判斷懷孕胎數及懷孕天數或階段之關係。研究結果顯示，試驗期間（懷孕 10 – 94 日）阿爾拜因懷孕母羊生乳之 PAG 濃度顯著受懷孕胎數目（三胞胎、雙胞胎或單胞胎）之影響（ $P < 0.05$ ），懷孕天數則僅於懷孕早期（懷孕 10 – 43 日）及中期（懷孕 49 – 78 日）具顯著性影響（ $P < 0.05$ ）。觀察阿爾拜因山羊懷孕胎數與乳中 PAG 濃度正相關，與其他研究顯示血液中 PAG 濃度與胎兒數目呈正相關之結果一致，且多重線性迴歸分析的結果，在各懷孕階段亦顯示懷孕胎數目較懷孕天數影響乳中 PAG 濃度更大。此項以非侵入性生乳檢測進行多胞胎診斷，可減少動物因驅趕所造成之緊迫，檢測出之結果可提供羊農預先進行懷孕母羊分群及仔羊照護準備，並輔助進行場內三個月內之羊乳生產及飼養規模預測。

關鍵詞：阿爾拜因山羊、懷孕相關糖蛋白、生乳。

## 緒 言

母畜在配種完進行懷孕診斷後，通常會將有孕及無孕之母畜進行分群管理。然而，Marai and Owen (1987) 研究指出這樣的分群方式對於易懷有多胞胎的綿羊尚不足，前述作者認為懷有多胞胎的綿羊在懷孕後期時應被特別照護及供應額外之營養分。Alkan *et al.* (2019) 認為多胞胎、單胞胎及未孕之綿羊其營養需求顯著不同。此外，多篇研究指出將單胞胎及多胞胎綿羊分群管理，可減少懷孕羊隻罹患代謝紊亂及妊娠毒血症，亦可減少出生羔羊死亡率（Karen *et al.*, 2006; Yotov, 2007）。因此，將懷有多胞胎、單胞胎及未孕母山羊進行分群管理，並提供不同營養配方之飼糧，確有其必要性。

辨別配種後母山羊是否有孕及懷孕胚胎數量的方法，一般是使用超音波進行孕檢，亦有研究指出胚胎與懷孕母畜卵巢所分泌的內分泌素如懷孕相關糖蛋白（pregnancy-associated glycoprotein, PAG）、助孕素（progesterone, P4）及硫酸雌酮（estrone sulfate, E1S）可作為母畜懷孕與否及胚胎健康程度之標誌，但後兩者是否能用於檢測胚胎數量之準確度及應用性仍存在爭議（Fukui *et al.*, 1986; Karen *et al.*, 2001; Yotov, 2007）；PAG 是天門冬胺酸家族之一員，由胚胎的滋胚層（trophoblastic placental layer）所分泌，經由血液循環運輸至懷孕母體體液中，因此可藉由檢測母體體液中 PAG 濃度判斷是否有孕或確認胚胎健康程度（Wooding *et al.*, 2005）。因此，本試驗是以母體 PAG 作為分子標誌以判定懷孕與否及胚胎數目。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2717 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

(3) 社團法人中華民國乳業發展協會。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所主任秘書室。

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

檢測懷孕山羊母體中 PAG 濃度，主要有兩種方式，分別為放射免疫分析法 (radioimmunoassay, RIA) 及酵素免疫吸附分析法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)，前者由於操作成本較高且須特殊防護措施，因此逐漸被後者取代。若依樣本種類區分，可分為生乳及血液 2 種，Singh *et al.* (2019a) 若皆以同樣的商用 ELISA 試劑檢測，其血液中 PAG 濃度約為乳中 2 倍，然而其準確度略低於全脂羊乳 (93.3% vs. 94.4%)。爰此，為配合乳山羊在泌乳期每日擠乳作業，及減少不必要的驅趕動物或限制動物自由行動所造成的緊迫，本試驗收集每日擠乳作業乳樣作為本試驗的樣本來源。

臺灣酪農目前飼養阿爾拜因 (Alpine) 山羊比例佔總飼養乳山羊頭數 70% 以上 (黃, 2008)，因此本試驗使用 ELISA 之方式檢測阿爾拜因山羊生乳中 PAG 濃度，並分析最佳驗孕時間及探討配種後天數、胚胎數量與生乳中 PAG 濃度之相關性。

## 材料與方法

### I. 試驗動物和繁殖狀態的判定

本試驗之動物飼養於臺灣南部的乳羊場，試驗動物為阿爾拜因經產母羊 (3 胎至 5 胎) 分為 2 批次共 348 頭，發情同期化後進行人工授精。配種後使用超音波 (ALOKA Prosound 2, Japan) 驗孕，驗孕時間參考 Karadaev (2015) 研究結果，於配種後 45 至 50 日進行驗孕，其標的為超音波儀螢幕上顯示之胚、胎膜或胎兒時，則判定為懷孕及辨別懷胎數目。同時請飼主提供羊隻生產與繁殖相關資料，包含品種、胎次及人工授精時間等紀錄。以經腹部超音波確認有孕的羊隻再持續進行本試驗，試驗母羊分娩後亦請場主紀錄分娩羔羊頭數。

### II. 樣本收集

乳羊生乳樣本採樣時間為人工授精後 10 日開始採集，每週採集生乳一次，至懷孕約 94 天結束。採樣方式為採集擠乳前之乳樣至 1 mL 的無菌離心管內，採樣完成後以冷藏配送至新竹分所牛乳檢驗室，並於 3 日內完成分析，生乳樣本於化驗時於須先於室溫下回溫。

### III. 生乳樣品檢測與判定方法

生乳中 PAG 濃度數據依懷孕種類分為單胞胎、雙胞胎及三胞胎，配種後天數區分為懷孕早期 (懷孕第 10 至 43 天)、懷孕中期 (懷孕第 49 至 78 天) 及懷孕後期 (懷孕第 85 至 94 天)。生乳 PAG 檢測使用定量生乳 PAG ELISA 檢驗套組 (Milk Pregnancy Test Kit, IDEXX Laboratories, Inc., Westbrook, Maine, USA)。每一盤 96 格樣品盤各包含 2 個陽性控制組及陰性控制組。反應結束後依據製造商指示使用專用的分光光度計 (SpectraMax® Absorbance Reader CMax Plus, USA) 分別以 450 與 630 nm 波長濾光片讀取生乳樣本中 PAG 吸光值。定量結果是以樣品光學密度 (optical density, OD) 值減陰性控制組平均值，以 PAG (sample-negative) 值表示之；當相減值超過 0.25 判定為陽性即為懷孕，小於 0.25 則判定為陰性即為未懷孕。

### IV. 統計分析

以 SAS 統計軟體中線性混合模型 (SAS, 2014) 進行分析，懷孕種類及懷孕時間 (懷孕天數或懷孕階段) 作為固定因子，懷孕種類 × 懷孕時間交感因子，採樣時間為重複效應，懷孕母羊個體為隨機效應。以 Bonferroni 事後校正進行各懷孕階段 PAG 濃度的多重均值比較，相關數字以平均 ± 標準誤差表示。當  $P < 0.05$  時則代表具有顯著差異， $P < 0.001$  時則代表具有極顯著差異。

出生窩仔數、懷孕天數及乳中 PAG 濃度繁殖變因之間相關性以皮爾森積差相關分析 (Pearson correlation) 進行。多重線性迴歸分析 (multivariate linear regression analysis) 用於確認出生產仔數及懷孕天數等個別因子對於乳中 PAG 濃度的影響程度及顯著性。

## 結 果

### I. 阿爾拜因母羊懷孕期間生乳中 PAG 濃度變化

本試驗收集 348 頭懷孕之阿爾拜因山羊懷孕期間 (10 – 94 日) 之生乳樣本，其生乳 PAG 濃度是使用商業套組以酵素免疫分析法進行檢測，並將結果與經腹部超音波 (transabdominal ultrasound) 及分娩頭數相互對照。懷孕期間不同階段之生乳 PAG 平均濃度值如表 1，在懷孕早期 (10 – 43 日) 348 頭懷孕之生乳 PAG 平均濃度值

為  $0.280 \pm 0.331$ ，最大值為 2.376，最小值為 -0.016；懷孕中期 (49 – 78 日) 348 頭懷孕之生乳 PAG 平均濃度值為  $1.029 \pm 0.824$ ，最大值為 3.868，最小值為 0.178；懷孕後期因 2 頭羊發生流產，因此 346 頭持續懷孕之生乳 PAG 濃度值為  $1.010 \pm 0.675$ ，最大值為 3.435，最小值為 0.421。

表 1. 阿爾拜因山羊不同懷孕階段乳中懷孕相關醣蛋白

Table 1. The concentration of milk pregnancy-associated glycoprotein (PAG) concentrations in the gestation stages of Alpine goat

Pregnancy period	Number of animals	PAG concentration (S-N value)*		
		Mean $\pm$ Std.deviation	Minimum	Maximum
Early pregnancy	170	$0.280 \pm 0.331$	-0.016	2.376
Middle pregnancy	170	$1.029 \pm 0.824$	0.178	3.868
Late pregnancy	168	$1.010 \pm 0.675$	0.421	3.435

\*S-N value: Sample - negative value.

## II. 懷孕期間懷孕胎數與生乳 PAG 濃度之關係

三胞胎、雙胞胎及單胞胎母羊懷孕期間生乳 PAG 濃度之變化如圖 1 所示。懷孕三胞胎、雙胞胎及單胞胎之阿爾拜因山羊，其生乳 PAG 濃度於第 33 日開始上升，自第 49 日起懷孕三胎母羊顯著高於另外兩組，並分別於第 71 及 78 天達到最高值。在懷孕早期 (懷孕 10 – 43 日) 生乳 PAG 濃度呈現逐漸上升之趨勢，且顯著受懷胎數目 ( $P < 0.05$ ) 及懷孕天數 ( $P < 0.05$ ) 之影響，懷三胞胎與雙胞胎者生乳 PAG 濃度高於單胞胎者 ( $0.319 \pm 0.100$  vs.  $0.319 \pm 0.035$  vs.  $0.132 \pm 0.065$ )，生乳 PAG 濃度與懷胎數目  $\times$  懷孕天數並無顯著之交感效應 ( $P > 0.05$ )。

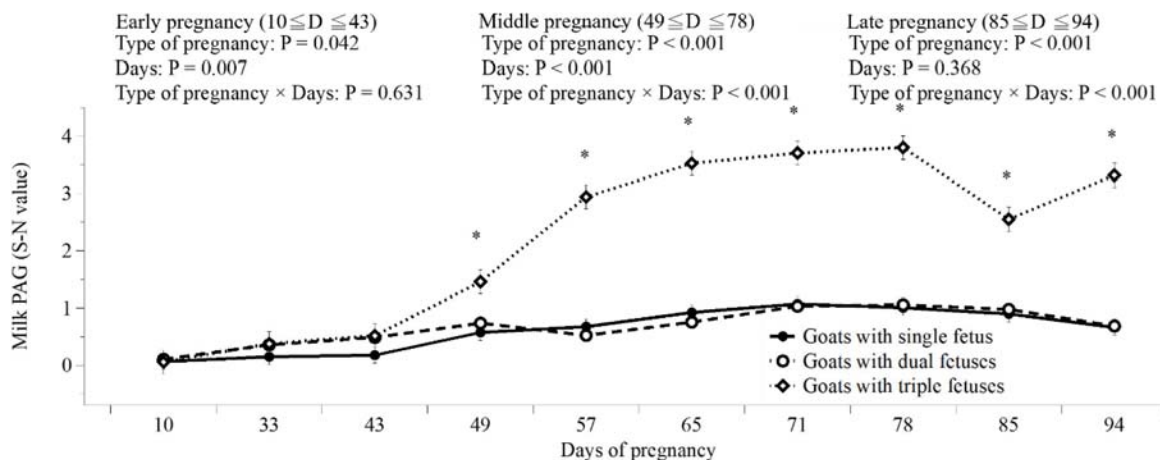


圖 1. 阿爾拜因山羊於懷孕早期、中期及後期，以酵素結合免疫吸附分析法分析單胞胎、雙胞胎與三胞胎母羊生乳中懷孕相關醣蛋白之平均濃度，三胞胎母羊乳中 PAG 濃度顯著高於其他單胞胎與雙胞胎母羊 ( $P < 0.05$ )。懷孕早期為懷孕第 10 至 43 天；懷孕中期為懷孕第 49 至 78 天；懷孕後期為懷孕第 85 至 94 天。

Fig. 1. Dynamic profiles of concentrations of milk pregnancy-associated glycoprotein (PAG) quantified using an ELISA in single fetus, dual fetuses, and triple fetuses bearing Alpine goat does during early, middle, and late pregnancy. Early pregnancy represents gestation stage from 10 to 43 days of gestation; middle pregnancy is the 49 to 78 days of gestation; late pregnancy is the 85 to 94 days of gestation. Type of pregnancy indicates single, dual, or triple fetuses. \* $P < 0.05$  indicates significant higher milk PAG concentration in triple fetuses bearing goat does at each time.

懷孕中期 (懷孕 49 – 78 日) 生乳 PAG 濃度仍然呈上升之趨勢，至懷孕第 78 日達最高值，且其極顯著受懷胎數目 ( $P < 0.001$ ) 及懷孕天數 ( $P < 0.05$ ) 之影響，其中懷有三胞胎母羊生乳 PAG 濃度分別顯著高於雙胞胎與單胞胎母羊 ( $3.085 \pm 0.109$  vs.  $0.824 \pm 0.039$  vs.  $0.853 \pm 0.071$ ,  $P < 0.05$ )，生乳 PAG 濃度與懷胎數目及懷孕天數具有極顯著之交感效應 ( $P < 0.001$ )；懷孕後期 (85 – 94 日) 生乳 PAG 濃度呈現上升之趨勢，且極顯著受懷胎數目之影響 ( $P < 0.001$ )，其中懷有三胞胎母羊生乳 PAG 濃度顯著高於雙胞胎與單胞胎母羊 ( $2.934 \pm 0.104$  vs.  $0.835 \pm 0.037$ ;  $0.784 \pm 0.068$ ,  $P < 0.05$ )，生乳 PAG 濃度與懷胎數目及懷孕天數具有極顯著之交感效應 ( $P < 0.001$ )。



整個懷孕期間之阿爾拜因山羊乳中 PAG 濃度與胚胎數目及懷孕天數，詳如表 2。結果顯示，胚胎數目及懷孕天數與阿爾拜因山羊乳中 PAG 濃度皆為正相關 ( $r = 0.404$  vs.  $0.445$ ,  $P < 0.001$ )。

表 2. 阿爾拜因山羊乳中懷孕相關糖蛋白濃度與胚胎數目及懷孕天數的相關係數

Table 2. Correlation coefficients of milk pregnancy-associated glycoprotein (PAG) with fetal number and gestation length during pregnancy in Alpine goats

Pregnancy stage	Variable	Correlation coefficient	P value
Early pregnancy	Fetal number	0.195	0.050
	Gestation length	0.421	< 0.001
Middle pregnancy	Fetal number	0.500	< 0.001
	Gestation length	0.266	< 0.001
Late pregnancy	Fetal number	0.610	< 0.001
	Gestation length	-0.140	0.254
Whole period	Fetal number	0.404	< 0.001
	Gestation length	0.445	< 0.001

\* Early pregnancy = 10 to 43 days of gestation; Middle pregnancy = 49 to 78 days of gestation; Late pregnancy = 85 to 94 days of gestation.

### III. 多重線性迴歸分析阿爾拜因山羊乳中 PAG 濃度與懷孕胎數及懷孕天數的關係

以多重線性迴歸分析阿爾拜因山羊乳中 PAG 濃度與胎兒數目及懷孕天數的關係 (表 3)，比較不同階段乳中 PAG 濃度未標準化迴歸係數 (unstandardized coefficient) 及標準化迴歸係數 (standardized  $\beta$  coefficient)，結果顯示於懷孕中期與後期時，胎兒數目為預測羊乳中 PAG 濃度之較佳參數；而在懷孕早期相對於懷孕中期及懷孕後期，懷孕天數為預測羊乳中 PAG 濃度之較佳參數。

表 3. 多重線性迴歸分析阿爾拜因山羊乳中懷孕相關糖蛋白濃度與胎兒數目及懷孕天數的關係

Table 3. Multiple linear regression analyses results for the relationship of milk pregnancy-associated glycoprotein (PAG) with fetal number during pregnancy and gestation length in Alpine goats

Pregnancy stage	Dependent variable	Unstandardized coefficient	Standardized $\beta$ coefficient	P-value	Adjusted $R^2$
Early pregnancy	Fetal number	0.121	0.195	0.031	0.215
	Gestation length	0.010	0.421	< 0.001	
Middle pregnancy	Fetal number	0.776	0.500	< 0.001	0.321
	Gestation length	0.021	0.266	< 0.001	
Late pregnancy	Fetal number	0.772	0.610	< 0.001	0.392
	Gestation length	-0.021	-0.140	0.152	

\* Early pregnancy = 10 to 43 days of gestation; Middle pregnancy = 49 to 78 days of gestation; Late pregnancy = 85 to 94 days of gestation.

## 討 論

乳羊配種後若要進行懷孕檢測或懷孕胚胎數量判定，大部分是使用經腹部超音波。然而，Jones *et al.* (2016) 報告指出，在懷孕第 45 天使用經腹部超音波進行胚胎數量檢測時，其準確率隨著胚胎數量提高而降低，單胞胎至三胞胎準確率分別為 100、87 及 31%。近年來，已有多篇試驗研究報告證實 PAG 濃度可做為牛、綿羊及山羊懷孕與否之分子標誌 (Karen *et al.*, 2003; González *et al.*, 2004; Byrem *et al.*, 2012; Chaves *et al.*, 2017)，亦有部分研究使用 PAG 濃度來預估胚胎數量。若能於配種後儘速得知是否懷孕，以及於懷孕初期進行胎兒數目的預測，可改善山羊的繁殖效率、懷孕率並減少胎距，且能依據胎兒數目調整待產母羊及新生仔羊的照護管理措施，並提升育成率。

### I. 阿爾拜因母羊懷孕期間生乳中 PAG 濃度變化

本試驗以酵素連結免疫吸附分析法 (ELISA) 檢測懷孕阿爾拜因山羊生乳中 PAG 濃度，於懷孕 33 天至 94

天乳中 PAG 的濃度範圍為 0.297 – 3.868，顯著高於一般用於判定乳用反芻動物的 0.25 懷孕標準。其他篇作者研究發現，以 ELISA 方式檢測山羊全脂乳 (whole milk) 及脫脂乳 (skim milk) 中 PAG 濃度，在試驗期間 (懷孕第 28 至 53 日) 平均濃度分別為  $1.16 \pm 0.13$  及  $1.23 \pm 0.13$ ，且未孕羊隻皆未達 0.25 懷孕標準 (Singh *et al.*, 2019a) 顯示此法能作為熱帶地區阿爾拜因山羊的懷孕檢測方法，並至少於配種後 33 天提供正確驗孕結果，此亦與 Singh *et al.* (2020) 結果相近，該篇試驗結果顯示可獲得正確驗孕結果之時段最早為配種後 37 天。

## II. 懷孕期間懷孕胎數與生乳 PAG 濃度之關係

本試驗研究結果顯示懷孕單胞胎、雙胞胎與三胞胎阿爾拜因山羊其乳中 PAG 之濃度於第 33 日開始上升，自第 49 日起懷孕三胎母羊顯著高於另外兩組，並分別於第 71 及 78 天達到最高值。Singh *et al.* (2019b) 試驗發現母山羊血漿中 PAG 濃度亦自懷孕第 28 天起上升，最高值出現在懷孕第 51 日。但也有研究顯示不同品種山羊的血中 PAG 濃度最高值出現在配種後  $48.6 \pm 5.0$  天，並維持至懷孕第 12 週 (González *et al.*, 2000)；其他研究發現綿羊血中 PAG 濃度自懷孕第 28 天起上升，且最高值出現在第 62 天 (Rovani *et al.*, 2016)。不同山羊或綿羊品種之間 PAG 最高值也有可能不同，本研究最高值為 3.868，較 Singh *et al.* (2019a) 2.83 為高，推測山羊或綿羊之間受到品種、胎次以及乳量的影響，其血中以及乳中 PAG 濃度會出現差異。滋胚層細胞中雙核細胞佔約 20%，其負責製造分泌懷孕期母體循環所需的賀爾蒙及其他產物 (Schlafer *et al.*, 2000)；這些位於胎盤的雙核細胞為母體中 PAG 的主要來源，在懷孕期中最早可於第 18 天被觀察到並於第 19 – 23 天起快速增加 (Wango *et al.*, 1990)，因此一般預期血液 PAG 最早可於懷孕第 26 天後被偵測到，因此本研究觀察到懷孕第 33 天起可被有效定量，亦符合相關研究中觀察到胎盤雙核細胞於懷孕早期階段發育時間點。

## III. 生乳 PAG 濃度與懷孕胎數及懷孕天數之關係

有許多因素可能影響山羊懷孕期中 PAG 的濃度，本研究發現懷孕三胞胎的阿爾拜因山羊，其乳中 PAG 濃度顯著的較雙胎與單胎者高，並最早可於懷孕第 44 天起出現差異並持續至 94 天以上。其他研究發現山羊 (Batalha *et al.*, 2001)、牛 (Szelényi *et al.*, 2015) 及綿羊 (Ledeza-Torres *et al.*, 2006) 之雙胞胎較單胞胎血中 PAG 濃度於懷孕初期及懷孕中期更高；也有其他研究顯示雙胞胎較單胞胎血中 PAG 濃度的差異僅出現在懷孕中期及懷孕後期高 (Sousa *et al.*, 1999; Szelényi *et al.*, 2015)；亦有研究顯示雙胞胎與單胞胎母羊血中 PAG 濃度僅在分娩前 4 週具有顯著差異 (Robert *et al.*, 2017)。Singh *et al.* (2019b) 試驗結果則顯示雙胞胎較單胞胎母羊血液中 PAG 濃度最早可於懷孕第 28 天起出現差異並持續至 93 天為止，且其懷孕前期 (懷孕第 26 天至 51 天) 及中期 (懷孕第 58 天至 114 天) 血液中 PAG 濃度亦僅受懷孕胚胎數目 ( $P < 0.001$ ) 及懷孕天數 ( $P = 0.012$ ) 之影響 (Singh *et al.*, 2019b)，此與本研究觀察較為接近。造成此現象的原因可能跟胎盤及相關組織應對胎兒數上升的總重量增加，進而提升雙核細胞的總數量，導致分泌較多量之 PAG 有關 (Ranilla *et al.*, 1997)，這也可以解釋出生胎兒數與血液中 PAG 濃度呈現正相關 (Echternkamp *et al.*, 2006)。

然而，本試驗結果顯示，雙胞胎及單胞胎阿爾拜因母羊生乳中 PAG 濃度並無顯著性差異。其他篇作者以放射免疫分析法檢測 Sarda 及 Lacaune 綿羊血液中 PAG 濃度，結果顯示雙胞胎與單胞胎之 Sarda 及 Lacaune 綿羊懷孕期間血液中 PAG 濃度無顯著之差異性 (Carolis *et al.*, 2020)，與本試驗結果較為相似，推測除了可能與檢測 PAG 的抗原決定區域 (epitope) 差異有關 (Barbato *et al.*, 2013) 之外，檢測來自於血液中或乳中的 PAG，可能會由於每日乳量變化影響 PAG 的相對濃度。

# 結 論

本試驗研究結果顯示，試驗期間 (懷孕 10 至 94 日) 阿爾拜因懷孕母羊生乳中 PAG 濃度顯著受懷胎數目之影響 ( $P < 0.05$ )，懷孕期間則僅在懷孕早期 (懷孕 10 – 43 日) 及中期 (懷孕 49 – 78 日) 影響具顯著性 ( $P < 0.05$ )。本研究觀察阿爾拜因山羊懷孕胎數與乳中 PAG 濃度正相關，與其他研究顯示血液中 PAG 濃度與胎兒數目呈正相關一致，且多重線性迴歸分析的結果在各懷孕階段亦顯示懷胎數目較懷孕天數影響乳中 PAG 濃度更大。綜合以上分析，此項非侵入性生乳檢測進行多胞胎診斷，可減少動物因驅趕所造成之緊迫，檢測出之結果可提供羊農預先進行懷孕母羊分群及仔羊照護準備，並輔助進行場內三個月內之羊乳生產及飼養規模預測。

# 致 謝

本研究承行政院農業委員會提供研究經費【110 農科 -2.1.2- 畜 -L1(5)】，由社團法人中華民國乳業協會檢驗組

同仁鄭楹謨、新竹分所邱怡萍、宋春蓮提供試驗協助，得以順利完成，特此申謝。

## 參考文獻

- 黃政齊。2008。畜牧要覽草食家畜篇。中國畜牧學會，臺南市，第 79-89 頁。
- Alkan, H., M. B. Kivrak, F. Satilmis, M. A. Tekindal, and D. A. Dinc. 2019. Detection of twin pregnancies in ewes by pregnancy-associated glycoprotein assay and transabdominal ultrasonography. *Domest. Anim. Endocrinol.* doi: domaniend. 2019.106399.
- Barbato, O., N. M. de Sousa, V. L. Barile, C. Canali, and J. F. Beckers. 2013. Purification of pregnancy associated glycoproteins from late pregnancy *Bubalus bubalis* placentas and development of a radioimmunoassay for pregnancy diagnosis in water buffalo females. *BMC Vet. Res.* 9: 89-101.
- Batalha, E. S., J. Sulong, J. R. Figueiredo, J. F. Beckers, G. A. Martins, and L. D. M. Silva. 2001. Relationship between maternal concentrations of caprine pregnancy-associated glycoprotein in Alpine goats and the number of fetuses using a homologous radioimmunoassay. *Small Ruminant Res.* 42: 105-109.
- Byrem, T. M., K. Velek, and H. L. Pearse. 2012. The detection of pregnancy associated glycoproteins (PAG) in routine milk recording samples as an indicator of pregnancy in dairy cattle. *Glob. Stand. Livest. Data.* ICAR, Rome, Italy.
- Carolis, M. D., O. Barbato, G. Acuti, M. Tabalza-Marinucci, N. M. de Sousa, C. Canali, and L. Moscati. 2020. Plasmatic profile of pregnancy-associated glycoprotein (PAG) during gestation and postpartum in sarda and lacune sheep determined with two radioimmunoassay systems. *Animals* 10: 1502-1514.
- Chaves, C. M. S., R. L. D. Costa, K. M. R. Duarte, D. C. Machado, C. C. P. Paz, and R. T. Beltrame. 2017. Visual ELISA for detection of pregnancy-associated glycoproteins (PAGs) in ewe serum. *Theriogenology* 97: 78-82.
- Echternkamp, S. E., K. A. Vonnahme, J. A. Green, and S. P. Ford. 2006. Increased vascular endothelial growth factor and pregnancy-associated glycoproteins, but not insulin-like growth factor-I, in maternal blood of cows gestating twin fetuses. *J. Anim. Sci.* 84: 2057-2064.
- Fukui, Y., M. Kobayashi, M. Tsubaki, M. Tetsuka, K. Shimoda, and H. Ono. 1986 Comparison of two ultrasonic methods for multiple pregnancy diagnosis in sheep and indicators of multiple pregnant ewes in the blood. *Anim. Reprod. Sci.* 11: 25-33.
- González, F., J. Sulong, J. Garbayo, M. Batista, F. Cabrera, P. Calero, A. Gracia, and J. Beckers. 2000. secretory profiles of pregnancy-associated glycoproteins at different stages of pregnancy in the goat. *Reprod. Domest. Anim.* 35: 79-82.
- González, F., F. Cabrera, M. Batista, N. Rodríguez, D. Álamo, J. Sulong, J. F. Beckers, and A. Gracia. 2004. A comparison of diagnosis of pregnancy in the goat via transrectalultrasound scanning, progesterone, and pregnancy-associated glycoprotein assays. *Theriogenology* 62: 1108-1115.
- Jones, A. K., R. E. Gately, K. K. McFadden, S. A. Zinn, K. E. Govoni, and S. A. Reed. 2016. Transabdominal ultrasound for detection of pregnancy, fetal and placental landmarks, and fetal age before Day 45 of gestation in the sheep. *Theriogenology* 85: 939-945.
- Karadaev, M. 2015. Pregnancy diagnosis techniques in goats - a review. *Bulg. J. Vet. Med.* 18: 183-193.
- Karen, A., P. Kovács, J. F. Beckers, and O. Szenci. 2001. Pregnancy diagnosis in sheep: Review of the most practical methods. *Acta. Vet. Brno.* 70: 115-126.
- Karen, A., J. F. Beckers, J. Sulong, N. M. De Sousa, K. Szabados, J. Reczigel, and O. Szenci. 2003. Early pregnancy diagnosis in sheep by progesterone and pregnancy-associated glycoprotein tests. *Theriogenology* 59: 1941-1948.
- Karen, A., B. E. Amiri, J. F. Beckers, J. Sulong, M. A. M. Taverne, and O. Szenci. 2006. Comparison of accuracy of transabdominal ultrasonography, progesterone and pregnancy-associated glycoproteins tests for discrimination between single and multiple pregnancy in sheep. *Theriogenology* 66: 314-322.
- Ledezma-Torres, R. A., J. F. Beckers, and W. Holtz. 2006. Assessment of plasma profile of pregnancy-associated glycoprotein (PAG) in sheep with a heterologous (antipAG55+59) RIA and its potential for diagnosing pregnancy. *Theriogenology* 66: 906-912.
- Marai, I. F. M. and J. B. Owen. 1987. New techniques in sheep production. 1st ed. Butterworth-Heinemann. London, U. K.
- Ranilla, M. J., J. Sulong, A. R. Mantecón, J. F. Beckers, and M. D. Carro. 1997. Plasma pregnancy associated glycoprotein

- and progesterone concentrations in pregnant Assaf ewes carrying single and twin lambs. *Small Ruminant Res.* 24: 125-131.
- Roberts, J. N., K. J. May, and A. Veiga-Lopez. 2017. Time-dependent changes in pregnancy associated glycoproteins and progesterone in commercial crossbred sheep. *Theriogenology* 89: 271-279.
- Rovani, M. T., A. S. Cezar, M. L. Rigo, B. G. Gasperin, J. E. da N. Júnior, F. D. Torres, P. B. D. Gonçalves, R. Ferreira, M. T. Rovani, A. S. Cezar, M. L. Rigo, B. G. Gasperin, J. E. da N. Júnior, F. D. Torres, P. B. D. Gonçalves, and R. Ferreira. 2016. Evaluation of a bovine pregnancy-associated glycoprotein enzyme-linked immunosorbent assay kit for serological diagnosis of pregnancy in sheep. *Ciência Rural*. 46: 362-367.
- SAS. 2014. SAS user guide: Statistics, SAS Inst., Cary, NC., USA.
- Schlafer, D. H., P. J. Fisher, and C. J. Davies. 2000. The bovine placenta before and after birth: placental development and function in health and disease. *Anim. Reprod. Sci.* 60: 145-160.
- Singh, S. P., R. Natesan, N. Sharma, A. K. Goel, M. K. Singh and S. D. Kharche. 2019a. Pregnancy-associated glycoprotein profile in milk and its relationship with the circulating level during early pregnancy in goats. *Small Ruminant Res.* 173: 81-87.
- Singh, S. P., N. Ramachandran, N. Sharma, A. K. Goel, K. Gururajb, and S. D. Kharche. 2019b. Temporal changes in plasma profile of pregnancy-associated glycoprotein, progesterone and estrone sulfate associated with fetal number during early- and mid-pregnancy in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 205: 115-125.
- Singh, S. P., N. Ramachandran, N. Sharma, A. K. Goel, M. K. Singh, and S. D. Kharche. 2020. Assessment of pregnancy-associated glycoprotein profile in milk for early pregnancy diagnosis in goats. *Asian Austral. J. Anim.* 34: 26-35.
- Sousa, N. M., J. M. Garbayo, J. R. Figueiredo, J. Sulon, P. B. D. Gonçalves, and J. F. Beckers. 1999. Pregnancy-associated glycoprotein and progesterone profiles during pregnancy and postpartum in native goats from the north-east of Brazil. *Small Ruminant Res.* 32: 137-147.
- Szelényi, Z., A. Répási, N. M. de Sousa, J. F. Beckers, and O. Szenci. 2015. Accuracy of diagnosing double corpora lutea and twin pregnancy by measuring serum progesterone and bovine pregnancy-associated glycoprotein 1 in the first trimester of gestation in dairy cows. *Theriogenology* 84: 76-81.
- Wango, E. O., F. B. P. Wooding, and R. B. Heap. 1990. The role of trophoblast binucleate cells in implantation in the goat: A quantitative study. *Placenta* 11: 381-394.
- Wooding, F. B., R. M. Roberts, and J. A. Green. 2005. Light and electron microscope immunocytochemical studies of the distribution of pregnancy associated glycoproteins (PAGs) throughout pregnancy in the cow: possible functional implications. *Placenta* 26: 807-827.
- Yotov, S. 2007. Determination of the number of fetuses in sheep by means of blood progesterone assay and ultrasonography. *Bulg. J. Vet. Med.* 10: 185-193.

# The relationship between fetal number and pregnancy-associated glycoprotein in milk of Alpine goat <sup>(1)</sup>

Ming-Kuei Yang <sup>(2)</sup> Chan-Liang Su <sup>(3)</sup> Chung-Yi Lin <sup>(4)</sup> and Po-An Tu <sup>(2)(5)</sup>

Received: May 17, 2022; Accepted: Sep. 23, 2022

## Abstract

Grouping management is a common practice of applying pregnancy test to separate the pregnant goats from not pregnant ones after breeding. The nutritional need is significantly different among goats with single, twin, and multiple fetuses. Pregnant goats with multiple fetuses require special attention and nutrients to avoid metabolic disorder, pregnancy toxemia, thereby to reduce the mortality of weak lambs. We analyzed the pregnancy-associated glycoprotein (PAG) concentration in goat milk with different fetal number, pregnancy days, and pregnancy stages. The result showed that goats with different fetal number were significantly different in milk PAG concentration ( $P < 0.05$ ), from 10 to 94 days of pregnancy. PAG concentration was significantly different in early (10 to 43 days) and middle (49 to 78 days) pregnancy ( $P < 0.05$ ). Milk PAG concentration was positively correlated with fetal number. Multiple linear regression suggested that fetal number was a more precise predictor than gestation length for milk PAG concentration, while predicting fetal number using milk PAG concentration in middle and late pregnancy could be plausible. This non-invasive and stress free method could be used for care preparations for both pregnant goats and lambs, and also used for goat milk production and herd size estimation in the field.

Key words: Alpine goat, Pregnancy-associated glycoprotein, Raw milk.

---

(1) Contribution No. 2717 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hsinchu Branch, COA-LRI, Miaoli 36841, Taiwan, R. O. C.

(3) Dairy Association Taiwan, R. O. C., Taipei 10644, Taiwan, R. O. C.

(4) Chief Secretary Office, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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



# 貨櫃型乾草倉貯改良與排濕效果測試<sup>(1)</sup>

陳嘉昇<sup>(2)(3)</sup> 劉信宏<sup>(2)</sup> 游翠凰<sup>(2)</sup>

收件日期：111 年 6 月 13 日；接受日期：111 年 9 月 26 日

## 摘 要

小型草食動物食量較小，乾草易發生長期儲存劣變、降低品質與適口性的問題，本研究進行以貨櫃為本體的小型倉儲改造，調查微氣象變化，並評估其排濕效果。貨櫃安裝通風塔後調查通風量為 378 m<sup>3</sup>/h，換算倉儲內部每小時有 5.6 次換氣次數。為測試排濕效果，於改造貨櫃注 100 L 水後其相對濕度自 90% 逐日降至第五天的 75%，原貨櫃組（未注入水）則穩定於 85% 左右，顯示改造貨櫃能有效將內部水氣排出。由連續微氣象紀錄比較，改造與原貨櫃上層的相對濕度變化曲線相似，在白天可大幅降至 30 – 35%，其中改造組又較對照組低，入夜後兩者均回升，而改造組仍低於對照組；對照組的下層於後半夜起濕度高於改造組，亦高於戶外。將盤固草及百慕達草包置入改造貨櫃、對照貨櫃及水泥草庫，進行為期 35 天的草包重量增減百分比調查，過程中改造組雖有強風夾帶雨水進入之干擾，但散失之水分高於對照組及通風草庫。百慕達草乾草包試驗結果與盤固草相似，改造組之水分散失多於對照組。

關鍵詞：乾草儲存、改良式貨櫃、含水率。

## 緒 言

小型草食動物食量較小，乾草易發生長期儲存劣變的問題，尤其夏季潮濕季節，即使是進口壓縮草包仍不免受潮，降低品質及適口性。部分羊、鹿場利用貨櫃儲放乾草，似較一般的半開放草庫有改善效果，但仍有加強空間。

國產乾草長期以來存在乾燥度與耐儲性不足的問題，為提升國產乾草品質，畜試所近年除改良收穫調製技術，也著手耐儲設施的探討，以提供國產乾草從生產到儲藏各環節的技術基礎。國產乾草所面臨問題，一為夏季多雨，打包時的含水率不易穩定達到安全含水率之下；二為儲存期間，乾草庫環境之高溫度及濕度使乾草品質更易於變劣。以恆春分所乾草庫為例，含水率 18 – 22% 之乾草包，在經過夏季 1 – 2 個月的儲存後品質明顯劣變，外觀上，草包由黃綠轉為黃褐、深褐，出現黴斑及黴味，中洗纖維、酸洗纖維百分率提高，消化率降低（張，2000）。

儘管如此，乾草庫設施的改良卻少被重視，不僅國內如此，可能於氣候環境及利用模式之故，國外對於乾草庫建置的建議包括：適應當地氣候的方位選擇、防雨、通風與便於機械操作等外（Buckmaster *et al.*, 1989; Huhnke, 1993; Huhnke, 2003; Neres *et al.*, 2014），也少見透過物理環境的設計，以強化乾草庫的通風、排濕的探討。以稻穀儲藏而言，新式的穀倉雖都已有機械通風的導入（盧，1983），但早在無機械通風可利用的土塊倉年代，穀倉地板須留甚大空間，空氣可由倉外之通風口進入，再由地板下面之通風口上升而進入穀層，以此達到通風的效果（盧，1995）。由於乾草的單價不高，為提升倉儲品質，不耗費額外能源成本的倉貯設計應受重視。

如前所述，為利於乾草的產銷與儲存利用，探討低投入的倉儲改善，以減少吸濕、結露帶來的不良影響有其實用性。陳等（2022）探討大型草庫改造：增加風壓通風、改變地板結構，再以草包堆疊間隙形成通風井，導入浮力通風，實證有優於對照草庫的排濕效果，對乾草的倉貯品質具有正面的效益。繼大型草庫改造之後，本研究針對小型草食動物牧場利用的乾草，進行以貨櫃為本體的小型倉儲改造，調查改造貨櫃、對照貨櫃之微氣象變化，並評估其儲藏效果。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2718 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

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

## 材料與方法

### I. 貨櫃型乾草庫改造

以四十呎超高鋼製乾貨貨櫃為本體，貨櫃內部尺寸 12 m × 2.5 m × 2.9 m，以物理環境控制原理設計排濕機構，包括為在貨櫃頂部設計一太陽熱能通風塔，另在貨櫃側邊底部開四個 4 英吋通風口，使產生上升氣流，及縮小通風塔出口以製造縮流效應。太陽熱能通風塔長 1.5 m 寬 1.0 m 高 2.0 m，底部至 1 m 高之外擴空間表面以 3 mm 透明平面聚碳酸脂板覆蓋，中間通道材質採用鍍鋅鋁板，外表全面塗上黑色，頂端開口 10 cm (圖 1)。對照組為未經改造之同型貨櫃。

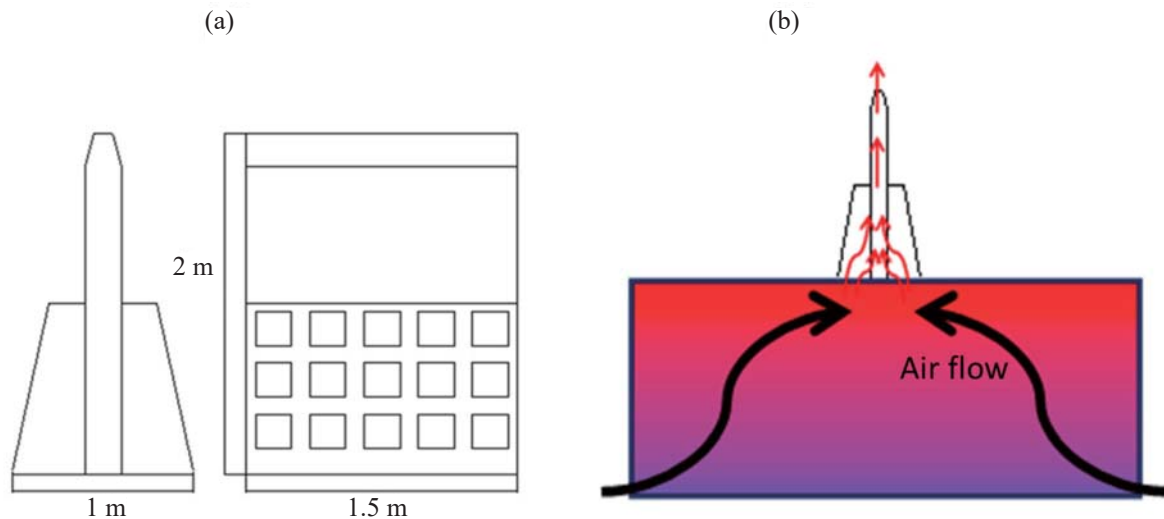


圖 1. 通風塔設計 (a) 及空氣流動示意圖 (b)。

Fig. 1. Schematic diagram of ventilation tower design (a) and air flow (b).

### II. 微氣候測量與排濕測試

草庫內環境微氣候偵測：溫溼度以 HOBO U12-013 data logger，內建溫度及相對濕度偵測器進行測量；風速紀錄器 PRODUAL IVL02，串接至 Onset HOBO data logger，每 10 min 記錄一次量測平均值。於試驗組 (改造貨櫃)、對照組 (未改造貨櫃) 倉儲內部頂面下 30 cm (上層) 及地面上 20 cm (下層) 及室外環境，分別置放溫濕度紀錄器，以連續記錄溫濕度變化。大氣環境氣象資料來源為中央氣象局恆春測站。

設施排濕效果測試：為測試排濕效果，於民國 108 年 7 月 13 日將 100 L 水澆灌注入試驗組貨櫃底部，於 7 月 13 日至 7 月 19 日間連續記錄溫、濕度變化。對照組、試驗組倉儲內部溫濕度紀錄器位置同上。

### III. 乾草包吸濕排濕試驗

盤固草包試驗：試驗日期為 11 月 15 日至 12 月 20 日。參試盤固乾草小方形包為恆春分所自行生產調製，尺寸為 36 cm × 45 cm × 90 cm。將盤固乾草包分別置入改造貨櫃 (modified container)、未改造貨櫃 (original container) 及水泥材質通風乾草庫 (concrete hay barn) 三種草庫中，進行草包重量變化調查。水泥材質通風乾草庫長 25 m、寬 13 m、高 5 m。各草庫乾草包分別放置於前、中、後段之左、右側，各疊放上下二層，計 12 個草包；三個草庫共 36 個乾草包，乾草包初始重量  $15.3 \pm 0.3$  kg，初始乾物率  $85.3 \pm 0.5\%$ 。11 月 15 日至 12 月 20 日間每周逐一秤重 2 次，秤重後，依原位置擺放堆疊繼續嗣後之調查。初始乾物率以 80℃ 烘乾 48 小時進行測定，試驗期間乾物率以調查時草包重量與初始重量差異進行計算。

百慕達草包試驗：試驗日期為 11 月 15 日至 12 月 20 日。參試百慕達草包為美國進口之加壓乾草方形包，尺寸為 60 cm × 50 cm × 43 cm。將百慕達乾草方形包分別置入同上三種草庫中，進行草包重量變化調查。各草庫乾草包分別放置於前、中、後段之左、右側，計 6 個草包；三個草庫共 18 個乾草包，乾草包初始重量  $50.5 \pm 0.2$  kg，初始乾物率  $88.1 \pm 0.5\%$ 。11 月 15 日至 12 月 20 日間每周逐一秤重 2 次，秤重後，依原位置擺放繼續嗣後之調查。乾物率測定法同上。

### V. 統計分析

對照與改造貨櫃間微氣象差異之比較：以 7 月 16 日至 7 月 19 日四天的 11 時至 14 時代表白天時段，23 時

至凌晨 2 時代表夜間時段，將其每間隔 10 min 之連續觀測值平均作為當天該時段的溫、溼度，並計算與同時段室外數據之差值，連續四天即為四重複，進行改造貨櫃及對照貨櫃間含水率的成對  $t$  值測驗 (paired  $t$  test)，以 SAS 軟體 (SAS, 2002) 進行。

三種草庫草包含水率變化以 SAS 軟體 (SAS, 2002) 之 GLM Procedure 進行單因子變方分析，盤固草試驗含改造及對照組之上、下層草包及通風草庫草包計 5 處理，百慕達草試驗為 3 處理，以鄧肯氏多變域法 (Duncan's multiple range test) 測驗處理間的差異顯著性。

## 結果與討論

### I. 設施通氣與排濕測試

本倉儲改造是在貨櫃頂加裝一太陽熱能通風塔，並將通風塔表面塗成黑色以提升吸熱效率，以通風塔產生上升氣流將空氣引入貨櫃內，並將通風塔出口頂端縮小以使塔內空間形成負壓，將倉儲內空氣向上拉，加速空氣流動，以達到有效的換氣除濕。通風塔安裝後，在下午 4 時，大氣溫度  $31^{\circ}\text{C}$  時，以紅外線測溫儀量測通風塔之太陽直射面為  $60^{\circ}\text{C}$ 、側面為  $44^{\circ}\text{C}$ 。頂端出口處之風速與溫度量測，上午 10:30 時溫度為  $40.5^{\circ}\text{C}$ 、風速  $0.8\text{ m/s}$ ；下午 14:30 時溫度  $44.1^{\circ}\text{C}$ 、風速  $1.2\text{ m/s}$ ；其平均風速  $0.7\text{ m/s}$  時，通風量為  $378\text{ m}^3/\text{h}$ ，換算倉儲內部每小時有 5.6 次換氣次數。

為測試改造後貨櫃的排除水氣功能，於 7 月 12 日於改造貨櫃注水 100 L 後，7 月 13 日至 7 月 19 日期間連續記錄貨櫃內相對濕度的變化，並與對照貨櫃 (未注入水) 及室外組做比較，圖 2 所示為貨櫃下層 (底面上 20 cm) 的相對濕度紀錄。改造貨櫃注入水後夜間相對濕度高達 90% 以上，第一天 (7 月 13 日) 日、夜間的相對濕度均為三組中最高，7 月 14 日夜間起則低於其它二組，且差異漸大。觀測期間之夜間最高相對濕度，改造組自 90% 逐日降至 75%，對照組因一直處於較缺乏氣體交換的密封狀態，均穩定於 85% 左右。顯示改造貨櫃能有效將內部水氣排出，且在夜間有較低的相對濕度。

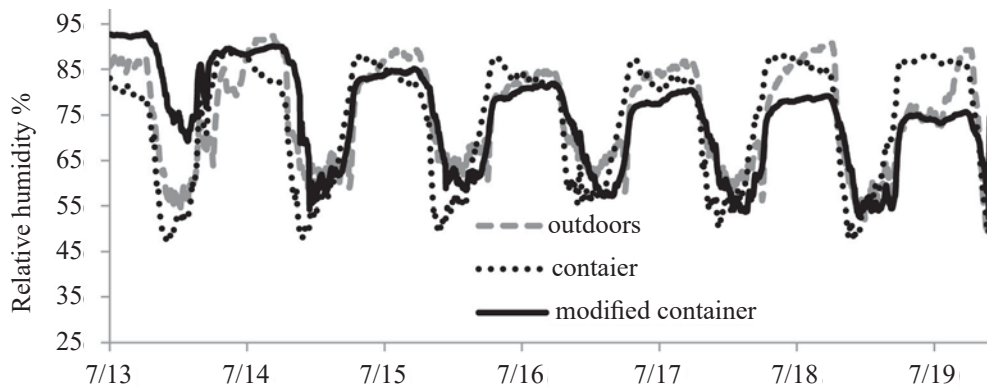


圖 2. 改造貨櫃注水後相對濕度的連續紀錄，並與對照貨櫃 (未注入水) 及室外組做比較。圖示為貨櫃下層的相對濕度紀錄。

Fig. 2. Continuous records of relative humidity after water injection in the modified container were compared with those of the original container (without water injection) and the outdoors. The records shows the relative humidity of the lower layer of the container.

### II. 相對濕度之微氣象觀測

以 7 月 18 日 0 時起 30 小時的連續微氣象紀錄，進行包含改造組 (上層、下層) 對照組 (上層、下層) 比較及室外共 5 個觀測點的相對濕度比較。室外於 0 時至 6 時間相對濕度 85% 以上，至清晨 6 時提高至 90%，之後下降至中午的 55 – 60%，18 時上升至 75%，0 時又升至 90%。兩種貨櫃的「上層」，其相對濕度的變化曲線特徵是比較相似的，在白天可大幅降至 30 – 35%，其中改造組又較對照組低 5 – 10%，入夜後兩者均回升，而改造組仍低於對照組 (圖 3)。

兩種貨櫃的「下層」與「上層」有頗大的差異，在白天，下層的相對濕度遠高於上層。改造組的下層在白天與室外組相近，約 55 – 60%，但在夜間其相對濕度為 5 組中最低，比對照組下層低約 15%；且 0 時以後室外相對濕度提高，改造組的下層仍維持最低。對照組的下層在 6 時之後降濕優於改造組，但 12 時起下層濕度提

高，之後高於改造組，應為下層空氣未流通、缺乏換氣之故，亦高於戶外。亦可推測對照組的下層草包，其倉儲品質可能低於有空氣流通的半開放草庫；改造組的下層因通風良好、具排濕效果，且維持較長時間的低相對濕度狀態，為較佳的倉貯條件，尤其有利於下層草包的儲放。

圖 3 為連續變化的描述，為量化比較改造組、對照組及其「下層」與「上層」間的差異，以 7 月 16 日至 7 月 19 日四天的 11 時至 14 時代表白天時段，23 時至凌晨 2 時代表夜間時段，將其每間隔 10 min 之連續觀測值平均作為當天該時段的溫、溼度，並與同時段室外之數值做比較（以四天為四重複），改良草庫及對照草庫各與室外之差值平均比較如表 1。溫度方面，改造組及對照組之上、下層於白天均大幅高於室外溫度，高出 8.3 – 11.5℃，上層尤高；夜間則除改造組之下層高於室外 0.5℃，其它均低於室外組，差距在 0.6℃以內。相對濕度方面，白天改造組及對照組之上層低於室外 20% 以上，下層僅低 2.1 及 3.8%；夜間改造組之上、下層分別低 3.1 及 4.6%，對照組之上層亦低 2.8%，下層反而高出 2.3%。其結果與圖 3 之描述相似。

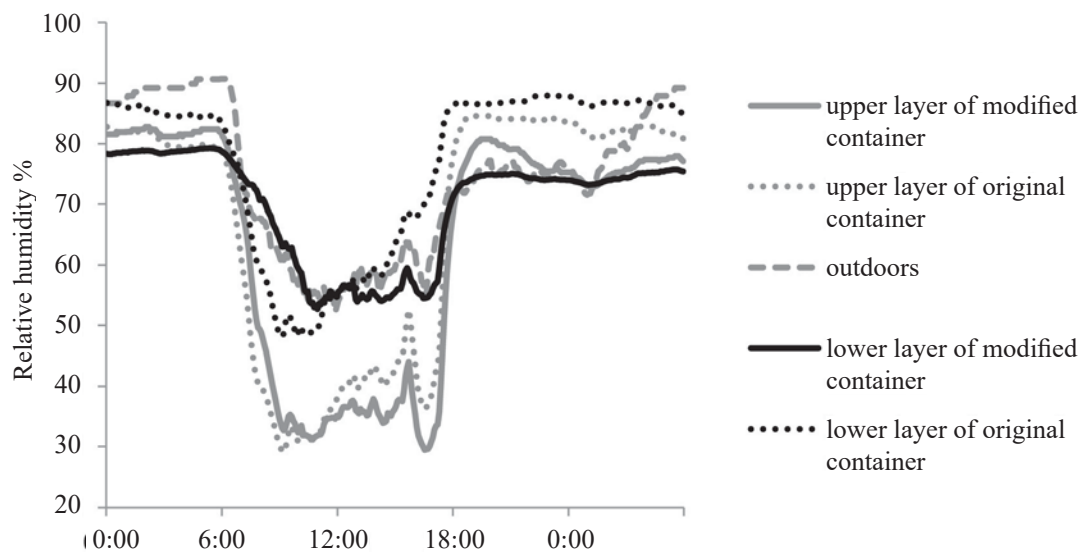


圖 3. 改造貨櫃、對照貨櫃之上、下層及室外 30 小時相對濕度紀錄。

Fig. 3. The continuous records of relative humidity at the upper and lower layer of modified and original containers and outdoors for 30 hours.

表 1. 改造貨櫃與對照貨櫃之溫度、相對濕度於日、夜間和大氣溫度、相對濕度的差值比較

Table 1. The comparison on the difference of the temperature and relative humidity in the modified container and the control container to the atmosphere in day and night time

Barn	Position	Temperature °C		Relative humidity %	
		day	night	day	night
Modified	Upper	11.2**	-0.6	-22.5**	-3.1**
	Lower	8.3**	0.5	-2.1*	-4.6**
Original	Upper	11.5**	-0.6	-20.7**	-2.8*
	Lower	10.0**	-0.4	-3.8*	2.3*

\*\*,\* Means the difference to the atmosphere are significant at 1% and 5% level, respectively.

### III. 乾草包存放及含水率變化調查

乾草包存放試驗於 11 月 15 日至 12 月 20 日之間進行，試驗期間大氣狀況如下：每日平均最高氣溫  $27.3 \pm 2.3^{\circ}\text{C}$ 、最低氣溫  $23.0 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 、露點溫度  $18.6 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ ，平均相對濕度  $68.5 \pm 5.0\%$ 、最低相對濕度  $60.1 \pm 4.8\%$ ，屬入秋後較乾燥季節。而恆春半島於本季節有間歇性落山風，試驗期間的 32 天中有 15 天最大陣風超過 20 m/s；24 日至 28 日間漸歇降雨，其中 27 日降雨達 50 mm（圖 4）。

試驗期間改造貨櫃下層、對照貨櫃下層及水泥通風乾草庫的相對濕度變化如圖 5。未有降雨的第一階段以圖 5（上圖）說明，白天改造貨櫃相對濕度可降至 40% 或以下，較 7 月之調查為低，對照組約 60%，夜間三者的差距較小，約 80% 或超過 80%。11 月 24 日後轉陰天及間歇降雨，因本通風塔裝置無法完全阻隔強風夾帶的



斜雨滲入，25 日夜間起改造組相對濕度逐漸提高，數個時段並高於 90%，且 26 日入夜起，兩種貨櫃的相對濕度均高於通風的水泥草庫（圖 5 中）。不再降雨後，三種草庫的相對濕度變化回復如上圖之狀況，仍以改造組的相對濕度最低（圖 5 下）。

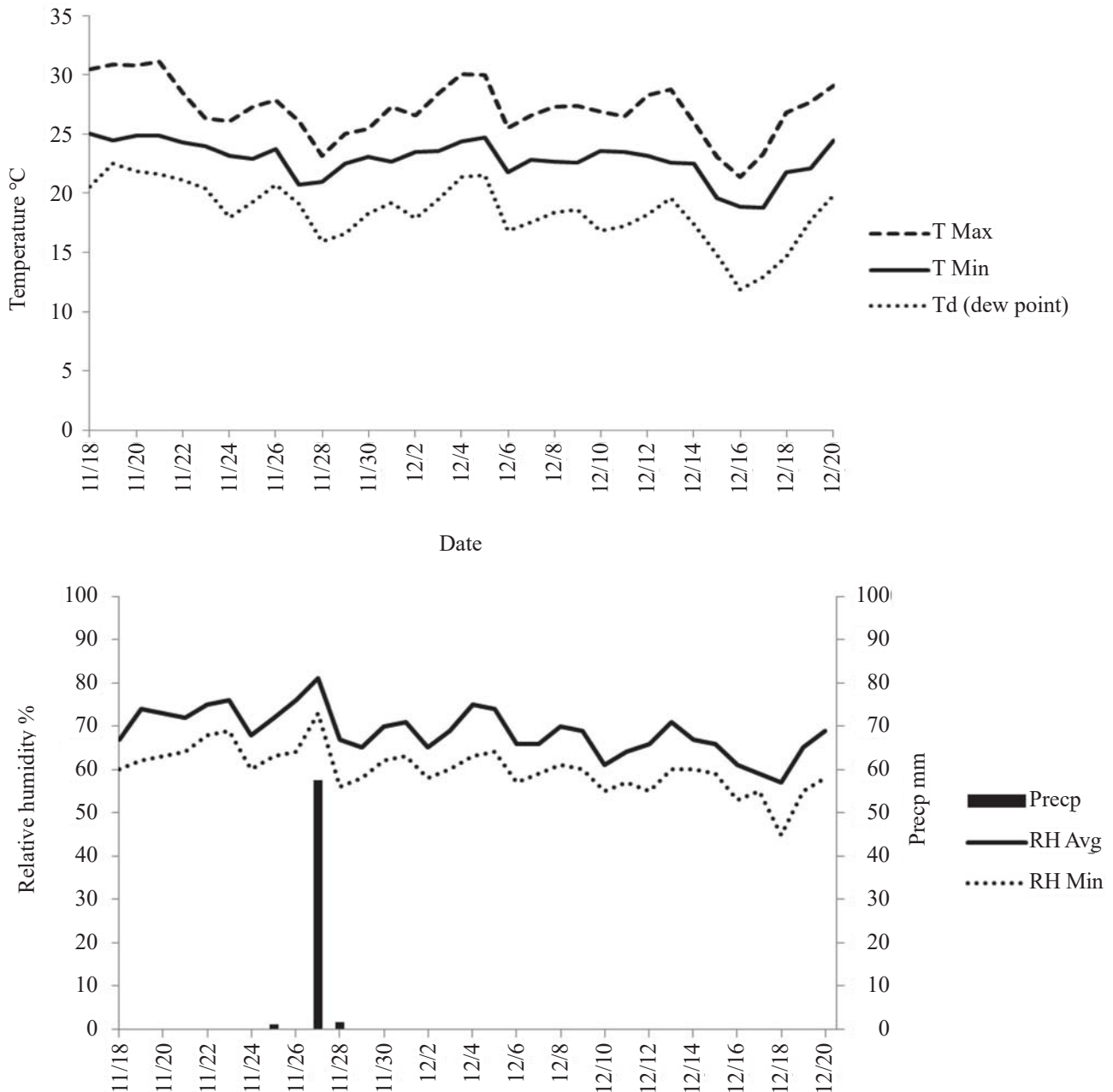


圖 4. 調查期間每日大氣最高溫、最低溫及露點溫度（上圖），及平均相對濕度、最低相對濕度及降雨量（下圖）。

Fig. 4. The daily maximum, minimum air temperature and dew point (upper), daily mean and minimum relative humidity and precipitation (lower) during the survey period.

本試驗兩組材料分別為未壓縮之小方包盤固草及壓縮之進口百慕達草，試驗期間連續調查草包重量增減百分比（含水率降低 %）如表 2 及表 3。盤固草之調查結果中，置入三種草庫三天後（11 月 18 日）改造組上層及下層乾草包之含水率分別降低 1.97 及 1.64%，對照組上層及下層分別降低 0.98 及 0.74%，通風乾草庫則降低 1.08%，改造組與其他處理達顯著差異，11 月 21 日結果亦相同；然至 11 月 25 日至 28 日，改造組有雨水進入吸濕回潮，上層及下層乾草包 28 日較 25 日含水率反而上升 0.38 及 0.30%，對照組的上層亦反潮增重 0.30%；至 12 月 1 日，兩種貨櫃草庫轉而排除水氣，通風乾草庫反而略為反潮增重 0.21%；儘管過程有吸、排濕之變化，至調查結束（12 月 20 日），改造組散失之水分仍多於對照組及通風草庫。百慕達草乾草包試驗結果與盤固草相似，但因百慕達草包含水率較低，試驗期間所排出水分較少。11 月 18 日改造組排出的水分顯著高於對照組

及通風草庫，經 11 月 25 日至 28 日雨水進入回潮增重；於調查結束 (12 月 20 日)，改造組及通風草庫散失之水分多於對照組 (表 3)。

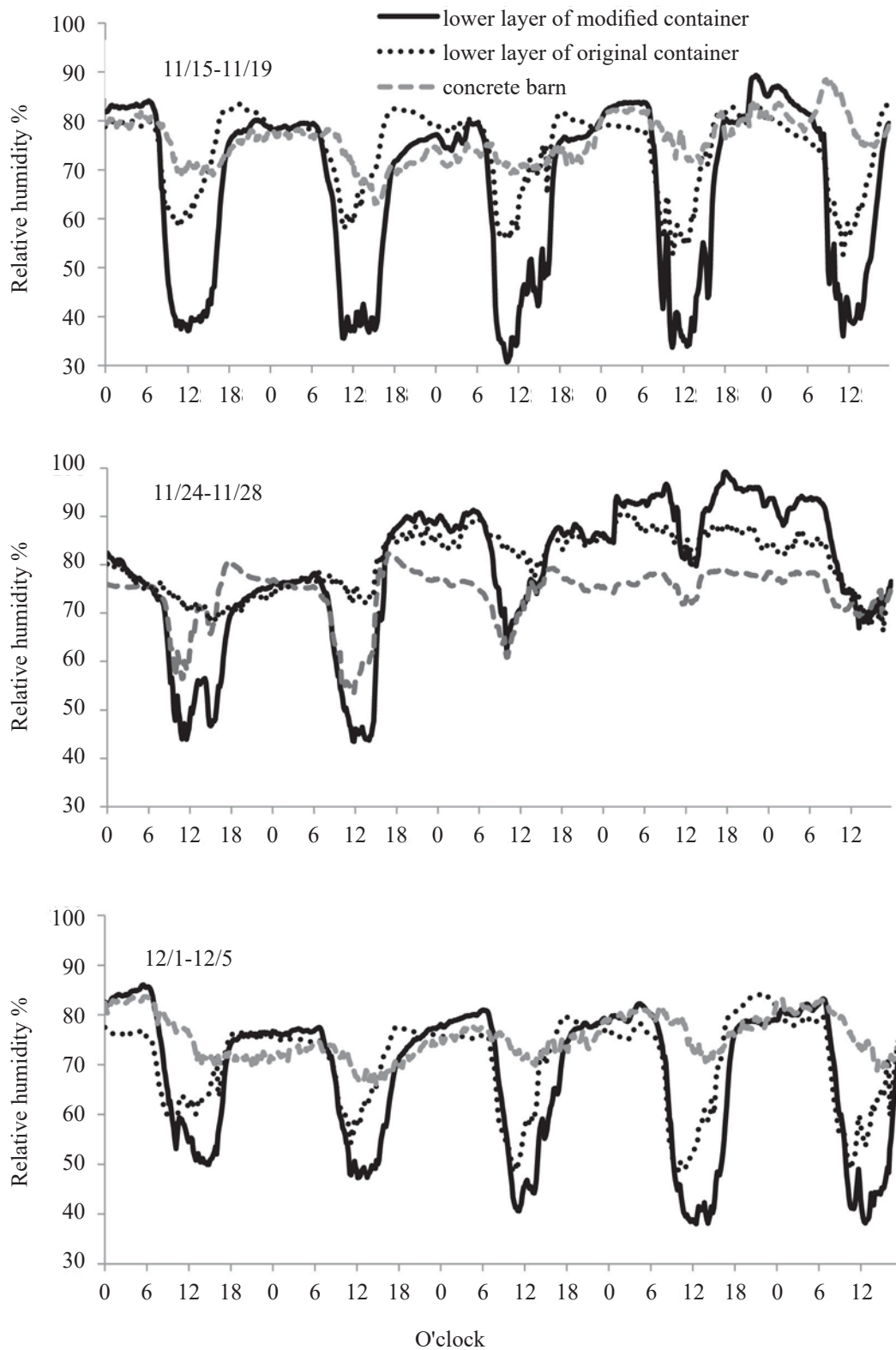


圖 5. 乾草包調查期間改造貨櫃、對照貨櫃及水泥草庫相對濕度的變化。

Fig. 5. Changes in relative humidity of modified container, original container and concrete barn during the bale survey period.

乾草入庫後，其吸濕或排濕及量的多寡依草庫內相對濕度及排濕能力而定。張 (2000) 之觀察，高、中及低含水率者於第二期草 (如本乾草包調查之季節) 儲藏前期均呈現吸濕，之後下降，數月才達穩定；劉等 (1986)

以小方包之試驗則於第一個月草包失重最明顯；陳等 (2022) 於梅雨季的調查，改造草庫者呈現排濕，對照草庫者則呈現吸濕。蓋可知草包原始含水率、大氣條件影響儲藏初期水分的失或得，而具排濕能力的草庫有利於乾草包的儲藏，以協助達到安全水分或避免局部因潮濕而發霉。

表 2. 調查期間盤固草包的含水率降低百分比

Table 2. Reduction in moisture content of pangolagrass bales during the survey period

	layer	11/18	11/21	11/25	11/28	12/1	12/5	12/12	12/16	12/20
		----- % -----								
Modified container	Upper	1.97 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>	2.74 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>	2.83 <sup>a</sup>	3.88 <sup>a</sup>	4.38 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>
	Lower	1.64 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	2.10 <sup>ab</sup>	2.50 <sup>a</sup>	3.25 <sup>a</sup>	3.77 <sup>b</sup>	4.42 <sup>b</sup>	5.08 <sup>a</sup>
Original container	Upper	0.98 <sup>b</sup>	1.65 <sup>b</sup>	2.24 <sup>ab</sup>	1.94 <sup>ab</sup>	2.45 <sup>a</sup>	3.16 <sup>ab</sup>	3.40 <sup>b</sup>	3.95 <sup>c</sup>	4.37 <sup>b</sup>
	lower	0.74 <sup>b</sup>	1.43 <sup>b</sup>	1.55 <sup>b</sup>	1.69 <sup>b</sup>	1.94 <sup>b</sup>	2.38 <sup>b</sup>	2.87 <sup>c</sup>	3.36 <sup>c</sup>	3.97 <sup>c</sup>
Concrete barn		1.08 <sup>b</sup>	1.50 <sup>b</sup>	1.92 <sup>ab</sup>	1.99 <sup>ab</sup>	1.78 <sup>b</sup>	2.36 <sup>b</sup>	3.12 <sup>b</sup>	3.70 <sup>c</sup>	4.30 <sup>b</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same column with different superscripts are significantly different at 5% (Duncan's multiple range test).

表 3. 調查期間百慕達草包的含水率降低百分比

Table 3. Reduction in moisture content of Bermuda bales during the survey period

	11/18	11/21	11/25	11/28	12/1	12/5	12/12	12/16	12/20
	----- % -----								
Modified container	0.74 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.50 <sup>a</sup>	1.78 <sup>a</sup>
Original container	0.20 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>	0.39 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>
Concrete barn	0.25 <sup>b</sup>	0.35 <sup>b</sup>	0.51 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	1.43 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts are significantly different at 5% (Duncan's multiple range test).

本研究中，三種草庫中的乾草包原始含水率均低，在安全含水率之下，然在降雨前均呈現排濕，乃因落山風季節大氣相對濕度較低之故；之後因降雨、轉晴，乾草包也隨大氣狀況轉為吸濕、排濕，改造貨櫃雖因強風而有雨水進入之干擾，但仍可看出最具排濕能力。利用通風以達到排濕、排熱效果是建築物或穀倉通風的目的，而其幅度依狀況而異 (盧，1983；李，2008；吳，2010)，本觀測結果，改造貨櫃有加強通風、促進貨櫃型草庫換氣的效果。未經改造的貨櫃內部在白天時因日照提高溫度，可將相對濕度降至較低的程度，然其於入夜後因通風不佳，下層的水氣不易散出，相對濕度高於通風草庫及改造草庫，由草包調查結果亦可看出其排濕性低。未改造貨櫃雖已利用於小型牧場的乾草存放，但其下層之夜間相對濕度高，降雨期間因通風不良，反提高倉內相對濕度，推測連續陰雨日將不利乾草儲存。

通風是倉庫排濕的重要手段，引進浮力通風等綠建築設計概念 (李，2008；吳，2010)，在不增加能源成本下協助改良倉儲環境，以改善倉儲品質有其積極意義。本文中所改造之設施僅為本概念中的一個嘗試，本案例中改造組較對照能更有效迅速排出水氣，但通風塔須再改良以完全阻隔斜雨的進入，方能提供安全有效的設計供小型草食動物牧場利用。

## 參考文獻

- 吳玉婷。2010。太陽熱能煙囪之自然通風效益解析—以綠色魔法學校展覽室為例。國立成功大學建築研究所，碩士論文。
- 李芝嫻。2008。垂直導光通風塔於室內通風性能之研究。國立臺灣科技大學建築與都市設計研究所，碩士論文。
- 陳嘉昇、劉信宏、游翠凰。2022。乾草倉儲通風改良對梅雨期盤固草圓形乾草包去濕效果測試。畜產研究 54：250-258。
- 張定偉。2000。盤固草倉儲期間品質變化之研究。畜產研究 33：339-351。
- 劉明宗、李春芳、陳茂墻。1986。打包時含水率及貯存時間對盤固草品質的影響。畜產研究 18：43-54。
- 盧福明。1983。穀倉機械化作業之研究 II。機械強制通風方式控制除貯倉稻穀溫度之效果。農業工程學報 29：52-

61。

盧福明。1995。稻穀儲存管理技術。稻穀倉儲加工作業技術手冊。財團法人農業機械化發展中心。第 27-39 頁。

Buckmaster, D. R. C. A. Rotz, and D. R. Mertens. 1989. A model of alfalfa hay storage. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.* 32: 30-36.

Huhnke, R. L. 1993. Round bale hay orientation effect on alfalfa hay storage. *Appl. Eng. Agric.* 9(4): 349-351.

Huhnke, R. L. 2003. Round bale hay storage. *Oklahoma State Coop. Ext. Serv.* F-1716.

Neres, M. A., D. D. Castagnara, L. M. Mufatto, T. Fernandes, C. A. Hunoff, J. R. Wobeto, and C. D. Nath. 2014. Changes in Tifton 85 bermudagrass hay storage in the field or under shed. *Arch. Zootec.* 63: 555-558.



# Investigation and test on moisture removal effect in modified container hay barn <sup>(1)</sup>

Chia-Sheng Chen <sup>(2)(3)</sup> Hsin-Hung Liu <sup>(2)</sup> and Tsui-Huang Yu <sup>(2)</sup>

Received: Jun. 13, 2022; Accepted: Sep. 26, 2022

## Abstract

Intake of small herbivores is low, and hay is prone to long-term storage deterioration. In this study, a modification with container for small scale hay storage was carried out, and its micro-meteorological changes and dehumidification effect were also investigated. After the ventilation tower was installed in the container, the surveyed ventilation rate was 378 m<sup>3</sup>/h, calculated as 5.6 times the air changes per hour in the modified container. The relatively humidity (RH) of the modified container dropped from 90 to 75% on the fifth day after injection of 100L water, while the control set (without water injection) remained stable at about 85%, indicating that the modified container could effectively remove the internal moisture. According to the continuous micro-meteorological records, the RH changes of the upper layer of the modified and original containers were similar, which could be reduced to 30-35% during the day, and the RH of the modified set were lower than that of the original set. The RH of the lower layer in original container was higher than that in the modified container and also higher than that of outdoors in the evening. The hay bales of Pangolagrass and Bermuda grass were placed in the modified container, original container and the concrete barn to conduct a 35-day survey on their weight reduction. Although the test in modified container was disturbed by the entry of rainwater entrained by strong winds, the moisture loss of hay bales in modified container was higher than those in others. The results were similar in both Bermuda grass and Pangolagrass hay bales.

Key words: Hay storage, Modified container, Moisture content..

---

(1) Contribution No. 2718 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

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

# 行政院農業委員會畜產試驗所「畜產研究」稿約

(民國 94 年 3 月修訂)

(民國 108 年 12 月修訂)

- I. 本刊為學術性刊物，刊載有關畜產科學原創性研究報告、調查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。行距採用單行間距，版面設定中等邊界 (上下 2.54 cm，左右 1.91 cm)，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 guar 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

- 行政院農業委員會。2018。農業統計年報。 <https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>。
- 行政院農業委員會。2017。農委會農業資料統計查詢。 <http://agrstat.coa.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. 本刊亦接受短報 (short communication) 與速報 (rapid report)。其寫法亦遵照本稿約之規定，稿長包括圖、表、相片等不得超過 4 個印刷面。
- VII. 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。
- VIII. 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。
- IX. 來稿請寄 71246 臺南市新化區牧場 112 號，「行政院農業委員會畜產試驗所技術服務組畜產研究編輯委員會」收，聯絡電話：06-5911211。投稿請以 A4 紙列印，確認收件後，另通知繳交電子檔。
- X. 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. 55 No. 3

September 2022

## CONTENTS

	Page
1. Effect of providing outdoor exercise ground at night on the health and milking performance of Holstein cows raised in tunnel-ventilated barn in hot summer <i>Chun-Ta Chang and Geng-Jen Fan</i> .....	157
2. Effects of feeding brown Tsaiya ducks diets with different protein and energy concentrations during growth period on laying performance <i>Jung-Hsin Lin, Yu-An Lin, Tsai-Fuh Tseng, Chin-Hui Su, Hsiu-Chou Liu and Chih-Hsiang Cheng</i> .....	166
3. Effect of different weaning procedures on the growth performance of the weaned piglets <i>Chin-Meng Wang, Fang-Chieh Liu and Hsiu-Lan Lee</i> .....	173
4. Selection of high egg production in Taiwan native chicken inbreeding lines Taisui No. 1 <i>Der-Yuh Lin, Yung-Yu Lai, Hsiao-Lung Liu, Min-Yang Tsai, Che-Ming Hung, Chai-Te Chu, Hsiu-Luan Chang, Ming-Che Wu and Shwu-Jen Tzeng</i> .....	180
5. Effects of cultivar, crop season and growth stage on soybean as forage <i>Ming-Hung Chu and Wen-Shin Lin</i> .....	193
6. Effect of dietary supplementation of <i>Artemisia argyi</i> and <i>Plectranthus amboinicus</i> on the growth performance, hematology values and carcass characteristics of male black velvet silky chicken <i>Ming-Yang Tsai, Hsiao-Lung Liu, Cheng-Yung Lin, Yih-Fwu Lin, Yu-Rong Huang, Kuo-Hsiang Hung and Che-Ming Hung</i> .....	200
7. The relationship between fetal number and pregnancy-associated glycoprotein in milk of Alpine goat <i>Ming-Kuei Yang, Chan-Liang Su, Chung-Yi Lin and Po-An Tu</i> .....	213
8. Investigation and test on moisture removal effect in modified container hay barn <i>Chia-Sheng Chen, Hsin-Hung Liu and Tsui-Huang Yu</i> .....	221

行政院新聞局出版事業登記證  
警字第六七七號  
交寄

ISSN 0253-9209  
DOI: 10.6991/JTLR



9 770253 920004

GPN:2005200015

定價：新臺幣二〇〇元