

CONTENTS

	Page
1. Effects of all-in-all-out mode of wet-pad laying hen housing system on egg production and mortality in laying hens <i>Yieng-How Chen, Shu-Yin Wang, Reuben Wang, Zheng-Wen Chen, Yi-Chieh Chen and Ping-Hung Lin</i> .....	134
2. Effect of rain exposure before wrapping and dry matter contents of pangolagrass haylages on palatability of goats <i>Chia-Sheng Chen, Shu-Min Wang and Tsui-Huang Yu</i> .....	141
3. Effects of different weaning strategies on the body weight and blood parameters of Holstein female calves <i>Szu-Han Wang, Chun-Ta Chang and Jen-wen Shiau</i> .....	149
4. The effect of source and level of dietary fiber on growth performance, backfat thickness and blood profiles of Lanyu pigs <i>Herng-Fu Lee and Fang-Chuei Liu</i> .....	159
5. The evaluation of neutralizing antibody titers elicited by different vaccination program of inactivated bovine ephemeral fever virus vaccine on Holstein cattle in Taiwan <i>Yi-Ming Chen, Yi-Hsuan Chen, Kuo-Hua Lee and Po-An Tu</i> .....	169
6. Effect of soaking with lactic acid solution on the meat quality of Mule duck breast meat in Taiwan <i>Rung-Jen Tu, Wen-Shyan Chan, Ting-Yung Kuo and Meng-Ru Lee</i> .....	176
7. The effects of composite floors on the growth performance and carcass traits of two-way crossbred mule duck <i>Jung-Hsin Lin, Yu-An Lin, Tsai-Fuh Tseng, Chih-Hsiang Cheng, Hsiu-Chou Liu and Chin-Hui Su</i> .....	187
8. Investigation and analysis on reasons for engaging in agriculture, financial status and risk self-assessment of poultry industry farmers <i>I-Heng Chang</i> .....	195

行政院新聞局出版事業登記證局版台省誌字第六七七號  
中華郵政新營字第十八號執登記為雜誌交寄

畜產研究

第五十三卷 第三期

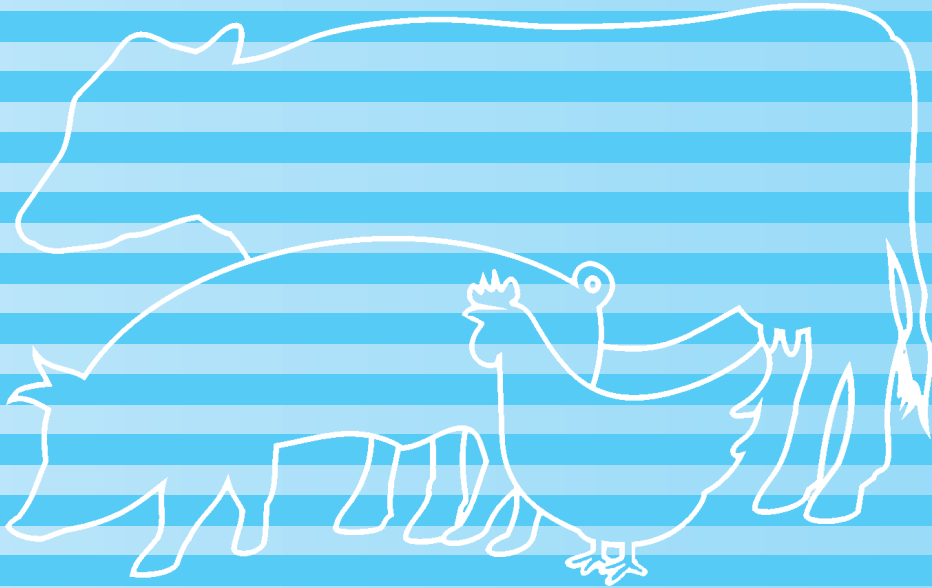
行政院農業委員會畜產試驗所

# 畜產研究

第五十三卷 第三期 中華民國一〇九年 九月 季刊

## JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

Vol. 53 No. 3 September 2020



ISSN 0253-9209  
DOI: 10.6991/JTLR



GPN: 2005200015  
定價：新臺幣二〇〇元



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 王淑音 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 沈添富  
沈韶儀 阮喜文 周明顯 林俊臣 姜樹興 施宗雄 唐品琦 徐阿里  
徐濟泰 張秀鑾 張菊犁 莊士德 許振忠 許福星 郭猛德 陳仁炫  
陳志峰 陳宗禮 陳明造 陳洵一 陳秋麟 黃文理 黃英豪 葉茂生  
廖宗文 劉登城 劉世賢 鄭裕信 盧虎生 謝清祥 謝豪晃  
(以姓名筆劃為序)

編輯委員：林幼君 林正鏞 張世融 郭卿雲 陳立人 陳佳萱 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. Y. 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
T. F. SHEN	S. I. SHEN	S. W. ROAN	M. H. CHOU	C. C. LIN
S. H. CHIANG	C. H. SHIH	P. C. TANG	A. L. HSU	C. T. HSU
H. L. CHANG	C. L. CHANG	S. T. CHUANG	C. C. HSU	F. H. HSU
M. T. KUO	J. H. CHEN	C. F. CHEN	C. L. CHEN	M. T. CHEN
H. I. CHEN	T. L. CHEN	W. L. HUANG	I. H. HWANG	M. S. YEH
C. W. LIAO	T. C. LIU	S. S. LIU	Y. S. CHENG	H. S. LUR
C. H. HSIEH	H. H. HSIEH			

### EDITORS:

Y. C. LIN	C. Y. LIN	S. R. CHANG	C. Y. KUO	L. R. CHEN
C. H. 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：<http://www.tlri.gov.tw>

編輯\印製者：振緯企業有限公司

地 址：臺南市公園路 134 號

電 話：(06) 2288009

出 版 日 期：中華民國 109 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：<http://www.govbook.com.tw>

GPN : 2005200015

ISSN : 0253-9209

# 畜產研究

第 53 卷第 3 期

中華民國 109 年 9 月

## 目 錄

	頁
1. 密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋率與死亡率之影響 ..... 陳盈豪、王淑音、王如邦、陳政文、陳怡潔、林炳宏	134
2. 盤固草半乾青貯捆包前淋雨及乾物率對山羊適口性的影響 ..... 陳嘉昇、王紓愍、游翠凰	141
3. 不同離乳策略對荷蘭種母仔牛週齡體重及血液參數值變化之影響 ..... 王思涵、張俊達、蕭振文	149
4. 飼糧中粗纖維來源及含量對蘭嶼豬生長性能、背脂厚度及血液生化值之影響 ..... 李恒夫、劉芳爵	159
5. 荷蘭泌乳牛於不同免疫適期施打不活化牛流行熱疫苗對抗體力價之影響 ..... 陳一明、陳怡璇、李國華、涂柏安	169
6. 浸泡乳酸溶液對國產土番鴨胸肉品質之影響 ..... 涂榮珍、陳文賢、郭廷雍、李孟儒	176
7. 複合型床面對二品種土番鴨生長性能與屠體性狀之影響 ..... 林榮新、林育安、曾再富、鄭智翔、劉秀洲、蘇晉暉	187
8. 家禽產業農民從農因素、財務狀況及風險自我評估之調查分析 ..... 張以恆	195

# 密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋率 與死亡率之影響<sup>(1)</sup>

陳盈豪<sup>(2)</sup> 王淑音<sup>(3)</sup> 王如邦<sup>(4)</sup> 陳政文<sup>(2)</sup> 陳怡潔<sup>(2)</sup> 林炳宏<sup>(5)(6)</sup>

收件日期：109 年 3 月 5 日；接受日期：109 年 8 月 3 日

## 摘 要

本研究旨在探討密閉水簾式雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋與死亡率之影響。針對臺灣南部一家牧場有二種雞舍，密閉式水簾及非開放式高床蛋雞舍，分別進行統進統出及分批飼養，並蒐集其第一產蛋年 19 – 80 週齡的蛋雞數據，分析比較兩種飼養模式統進統出（密閉式水簾）及分批飼養（非開放式高床）蛋雞的週產蛋率及週死亡率的差異顯著性。結果顯示，統進統出（密閉式水簾）的飼養模式於產蛋後期週產蛋率及週死亡率顯著地較傳統分批飼養（非開放式高床）為佳（ $P < 0.001$ ）。整個試驗全期，在平均週產蛋率中，密閉式水簾雞舍統進統出模式顯著地較分批飼養改善 30.56% 的產蛋率（ $P < 0.001$ ），但平均週死亡率方面，兩種模式間則無顯著的差異。綜上所述，密閉式水簾蛋雞舍統進統出的飼養模式對產蛋後期產蛋率及死亡率，有顯著地較傳統分批飼養（非開放式高床）為佳，因此有利蛋雞產業經營。

關鍵詞：密閉式水簾、統進統出、蛋雞。

## 緒 言

目前臺灣蛋雞場所產的蛋因採包銷制度，即蛋雞場所生產的蛋由蛋商全部收購與銷售。由於蛋商要求所收購的蛋有不同規格的大、中與小蛋以滿足市場上消費者之需求。蛋的大小隨母雞週齡之增加而增大 (Zimmermann and Nam, 1988; Summers *et al.*, 1991), Jackson *et al.* (1987) 資料顯出，來亨雞在 30 週齡所產蛋重範圍為 44 至 60 g，在 56 週齡為 48 至 68 g，在 69 週齡為 50 至 70 g。因為蛋農需配合蛋商雞蛋的銷售而採分批飼養，即一棟雞舍飼養不同週齡的蛋雞，此種飼養模式使全棟雞舍整年不能徹底的消毒，所以容易造成防疫方面的漏洞，致使蛋農有莫大的經濟損失，並且不利蛋雞產業永續經營。另外，臺灣蛋雞舍以非開放式傳統雞舍居多，依中華民國養雞協會統計資料顯示，臺灣蛋雞場飼養型態以非開放式傳統場雞舍占 84.7%、非開放式高床雞舍占 14.6%，而密閉式水簾雞舍為 1.2% (王，2015)，而非開放式高床雞舍之定義：不與外界禽鳥接觸，禽舍具遮蔽物或頂棚，野鳥排遺不掉落至禽舍內。最近新蓋雞舍已朝向密閉式水簾規劃，但臺灣產業要永續經營，除了畜舍設備要升級之外，在飼養管理的理念也要改變，其中以實施統進統出管理是提高生物安全的重要焦點。新式蛋雞舍為密閉式水簾雞舍，因具有溫度與溼度均可調控且阻絕侯鳥與鼠類入侵的優點，若配合統進統出的管理模式，則蛋雞群採食同期的飼料以滿足其營養需求、且能實施一致性的光照計畫，有利於蛋雞性成熟的管理與逐漸增長光照時間刺激母雞卵巢發育。Bédécarrats and Hanlon (2017) 指出，增加光照時間刺激母雞產蛋；反之，則其減少產蛋，新母雞通常飼養在 8 – 10 h 的光照下，在 16 – 22 週齡開始產蛋時用 14 h 光照方案進行光刺激。Pond *et al.* (2018) 指出，逐漸增長光照時間至 16 – 17 h 為極限。另外，實施徹底消毒作業可減低病媒源及減少雞隻死亡率而增加蛋產量。臺灣過去 30 多年來，蛋雞產業的產銷制度完全由蛋商包銷雞蛋，由於生產的雞蛋多數交由大盤商包銷，所以整棟蛋雞未能依計畫全部淘汰 (馮，1998)，因此，臺灣蛋雞場平均死亡率高達 6.1% (王等，2002)。近年臺灣禽流感疫情嚴峻，為了提升國內禽

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2647 號。

(2) 東海大學畜產與生物學系。

(3) 中國文化大學動物科學系。

(4) 國立臺灣大學公共衛生碩士學位學程及食品安全與健康研究所。

(5) 國立嘉義大學動物科學系。

(6) 通訊作者，E-mail: pihulin@mail.ncyu.edu.tw。



流感防疫系統，勢必要從防疫系統的第一線做起，蛋雞場實施「統進統出管理模式」才能達到有效且徹底杜絕病株傳播的目的。故本研究旨在探討密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式對蛋雞產蛋率與死亡率之影響。

## 材料與方法

### I. 試驗動物

本研究針對臺灣南部一家牧場有二種型態的雞舍，即密閉式水簾雞舍 (7.5 m × 90 m) 與非開放式 (圍網) 高床蛋雞舍 (15 m × 70 m)，前者採取統進統出，舍內共 8 支風扇，入夏後幾乎整天都是 8 支全開，後者則採分批飼養模式，風扇 50 吋 18 支及 20 吋 18 支。密閉式水簾雞舍養滿隻數為 19,040 隻，平時飼養隻數約占容養量 95 – 99%；非開放式 (圍網) 高床蛋雞舍養滿隻數為 37,520 隻，平時飼養隻數約占容養量 80 – 85%。兩棟雞舍的雞籠規格均相同 (上寬 48 cm、下寬 55 cm、高 40 cm × 長 60 cm)，且蛋雞均進中雞飼養，每籠 7 隻，籠子排列型式也均為直立式之 H 型；密閉式水簾式為 2 列 5 層高，而非開放式高床雞舍為 5 列 4 層高。密閉式水簾與非開放式高床雞舍總光照時間一樣 (04:00 – 20:00、23:30 – 24:30) 共 17 小時，而在 23:30 – 24:30 給予光照係再給料，以增加蛋雞的採食量。非開放式高床雞舍分批飼養蛋雞所採食飼料成分，除了添加物之外，例如：維生素與電解質，均與密閉式水簾雞舍蛋雞相同。試驗蛋雞來自商業種雞場來亨雞之漢德克 (Hendrix) 品系。蒐集密閉式水簾雞舍統進統出及非開放式高床蛋雞舍分批飼養其產蛋率之比較，係以非開放式高床雞舍有 5 列籠之其中 1 列籠蛋雞週齡與密閉式水簾雞舍蛋雞相同作比較，其中一列第一產蛋期每日所生的蛋重與死亡雞隻數，並將雞的每日產蛋數 / 每日存活隻數及死亡隻數 / (每日存活隻數 + 死亡隻數) 而分別求得每日產蛋率及死亡率，而產蛋數係依每日所生產的蛋重 / 雞蛋第一產蛋期平均蛋重 (60 g) 換算之。為便於呈現及繪產蛋全期之產蛋率及死亡率曲線，將每日產蛋率及死亡率改換週產蛋率及週死亡率，而本試驗進行期間為 19 – 76 週齡。

### II. 統計分析

所得資料利用統計分析系統 (SAS, 2009) 的套裝軟體，依單因子變異數分析 (ANOVA) 比較兩種飼養模式下的各項目平均值差異顯著性。

## 結 果

### I. 產蛋前期與後期產蛋率

密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式下之產蛋率分布，分產蛋前期 (19 – 39 週齡) 與後期 (46 – 76 週齡) 分別繪示於圖 1 及圖 2，從圖 1 結果顯示，產蛋前期在密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式下蛋雞產蛋高峰之週產蛋率分別為 91.87% 及 81.30% (數值沒有顯示在圖 1)。產蛋前期在密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式分批飼養模式下蛋雞平均週產蛋率分別為 71.73% 及 56.99%，雖上述兩種處理之間平均週產蛋率均無顯著的差異，但以前者之平均週產蛋率比後者有較佳之趨勢 ( $P < 0.1$ )。在產蛋後期密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式下之產蛋率分布 (圖 2)，產蛋高峰之平均週產蛋率分別為 99.02% 及 80.58%；密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式下有顯著較非開放式高床雞舍分批飼養為高的試驗全期平均週產蛋率 (90.46% vs. 68.02%； $P < 0.001$ )。

### II. 產蛋前期與後期死亡率

密閉式水簾雞舍統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式下之死亡率分布，產蛋前期 (19 – 39 週齡) 與後期 (46 – 76 週齡) 繪示於圖 3 及圖 4，週平均死亡率在產蛋前期兩種飼養模式下均無顯著的差異，不過產蛋後期統進統出飼養模式下有顯著較分批飼養為低的平均週死亡率 (0.014% vs. 0.057%； $P < 0.001$ )。

### III. 全期 (第一產蛋年) 產蛋率與死亡率之曲線

在全期以週產蛋率與死亡率之曲線如圖 5 及圖 6 所示，曲線分產蛋前期 (19 – 39 週齡) 與後期 (46 – 76 週齡)，因蛋價低使原來就打算換羽的蛋雞群提早在其 40 – 45 週齡時兩棟同時實施斷水斷料生理緊迫之強制換羽，故此時段的二棟雞舍產蛋率與死亡率均不列入計算。密閉式水簾雞舍統進統出有顯著地較非開放式高床雞舍分批飼養為高的平均週產蛋率 (83.35% vs. 63.84%； $P < 0.001$ )，密閉式水簾雞舍統進統出模式的平均週產蛋率較非開放式高床雞舍分批飼養模式改善了 30.56%。至於全期死亡率，密閉式水簾雞舍統進統出模式的性能有較非開放式高床雞舍分批飼養模式為低的平均週死亡率 (0.037% vs. 0.043%)，統進統出模式的平均週死亡率較分批

飼養模式改善了 13.95%，但兩種模式在統計上無顯著的差異。

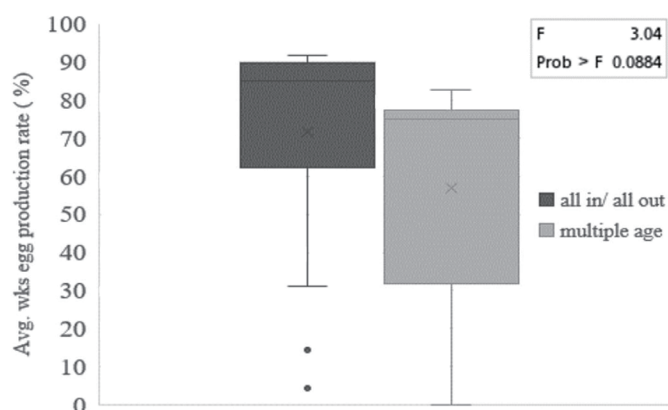


圖 1. 密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋前期平均週產蛋率分布之比較 (19 – 39 週齡)。

Fig. 1. Average weekly egg production rate during the early laying period (19 ~ 39 wks of age) in laying hens under the wet pad laying hen housing system with all in all out production mode or by non-open high floor housing system with multiple age mode.

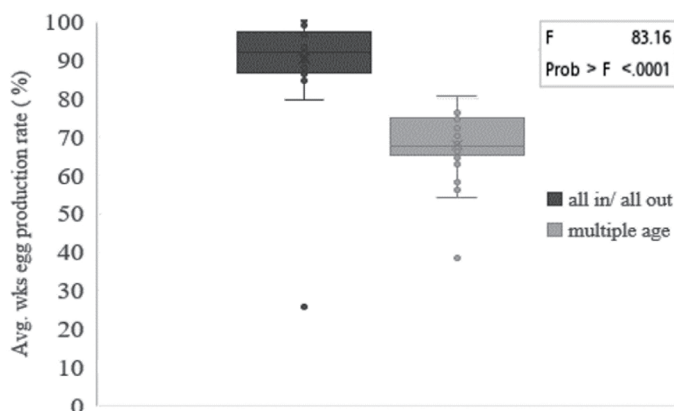


圖 2. 密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋後期平均週產蛋率分布之比較 (46 – 76 週齡)。

Fig. 2. Average weekly egg production rate during the early laying period (46 ~ 76 wks of age) in laying hens under the wet pad laying hen housing system with all in all out production mode or by non-open high floor housing system with multiple age mode.

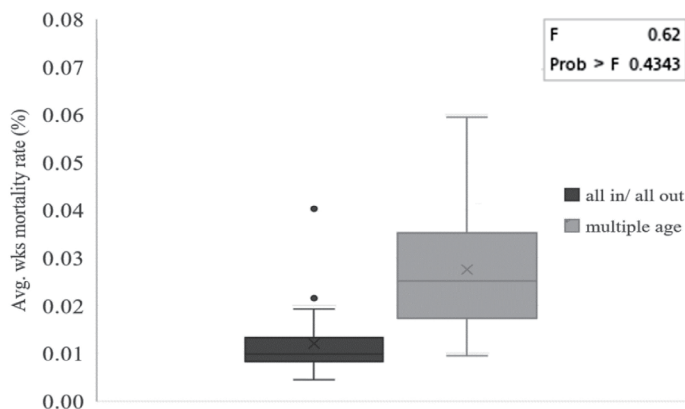


圖 3. 密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋前期平均週死亡率分布之比較 (19 – 39 週齡)。

Fig. 3. Average weekly mortality rate during the early laying period (19 ~ 39 wks of age) in laying hens under the wet pad laying hen housing system with all in all out production mode or by non-open high floor housing system with multiple age mode.

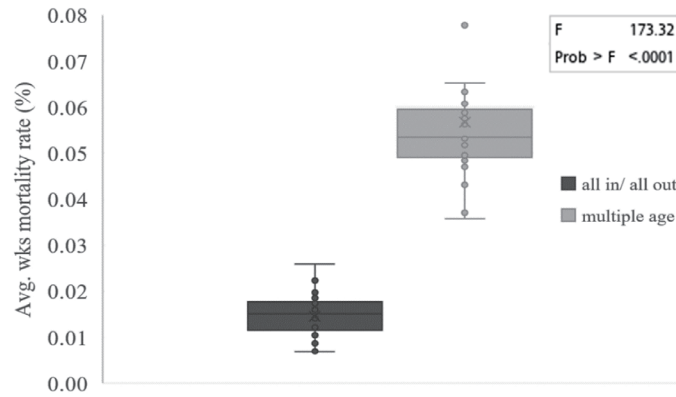


圖 4. 密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式在蛋雞產蛋後期平均週死亡率分布之比較 (46 – 76 週齡)。

Fig. 4. Average weekly mortality rate during the early laying period (46 ~ 76 wks of age) in laying hens under the wet pad laying hen housing system with all in all out production mode or by non-open high floor housing system with multiple age mode.

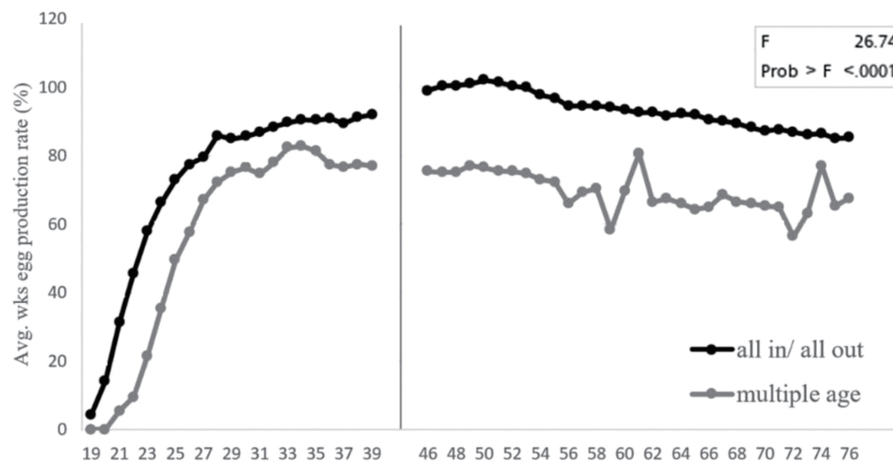


圖 5. 蛋雞在密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式整個試驗期產蛋曲線之比較 (19 – 76 週齡)。

Fig. 5. Egg production of laying hens during the first laying period (19 ~ 76 wks of age) under the wet pad laying hen housing system with all in all out production mode or by non-open high floor housing system with multiple age mode.

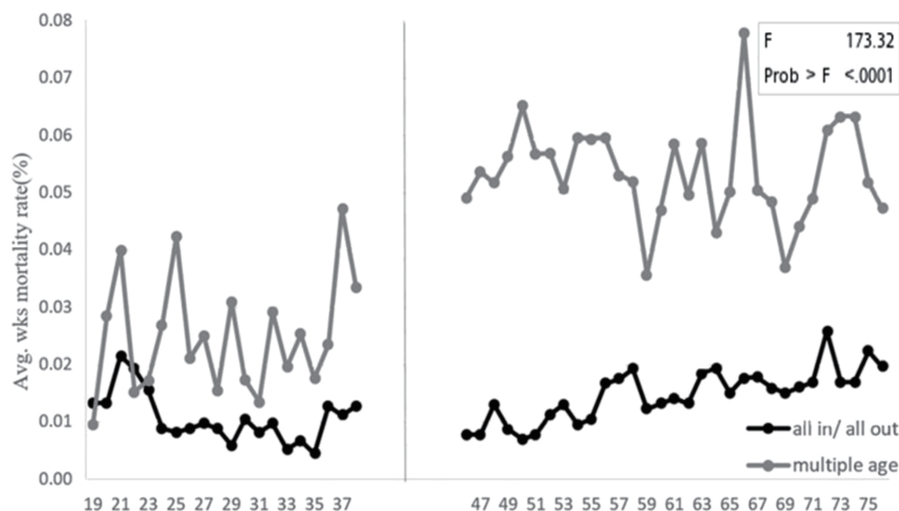


圖 6. 蛋雞在密閉式水簾雞舍採統進統出與非開放式高床雞舍分批飼養模式整個試驗期死亡率之比較 (19 – 76 週齡)。

Fig. 6. Mortality of laying hens during the first laying period (19 ~ 76 wks of age) under the wet pad laying hen housing system with all in all out production mode or by non-open high floor housing system with multiple age mode.



## 討 論

### I. 產蛋前期與後期產蛋率

產蛋後期平均週產蛋率以密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式可提升生產成績，此結果與 Price and Swanson (1977) 研究顯示，統進統出比分批飼養（多齡飼養）有較高的產蛋率之情形一致。密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式之產蛋高峰之平均週產蛋率為 99.02%，此數值比一般蛋雞產蛋高峰 94% (Prabakaran, 2003) 為優，探究其原因為本研究用固定一顆蛋重 60 g 來估算蛋數時，顯然會高估產蛋後期與試驗全期的產蛋率。因為蛋重隨母雞週齡之增加而增大，由於產蛋後期的母雞所產的蛋較大 (Fletcher *et al.*, 1983)。所以密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式比非開放式高床雞舍分批飼養模式有較佳的產蛋率，其增加的可能原因包括：1. 禽舍溫控與採食量：臺灣氣候常夏季高溫，甚至氣溫超過 36℃ 以上，家禽散熱可藉由傳導、對流與輻射之知覺性散熱 (sensible heat loss)，以及喘息之非知覺性散熱 (insensible heat loss)；由於家禽沒有汗腺，加以羽毛覆蓋其身體，因此體內散熱有限，所以容易造成蛋雞的熱緊迫，影響其採食量。North and Bell (1990) 指出，適宜環境溫度母雞採食量變化小，而高溫時，則反之。採食量也間接會影響產蛋 (Oguntunji and Alabi, 2010)，而密閉式水簾雞舍可藉由水簾水面與畜舍空氣接觸之冷熱交換方式來降低禽舍內溫度至 28℃ 以下。實測本試驗雞舍夏季時密閉式水簾雞舍末端往前 1/4 處，即離抽風大風扇 24 公尺處，溫度範圍為 30 – 34℃，當天氣較熱達 37℃ 時，則介於在 33 – 34℃，而非開放式高床雞舍的溫度則與當時環境溫度相近，介於 36 – 37℃。2. 死亡率較低：從圖 4 顯示，密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式有比非開放式高床雞舍分批飼養模式為低的死亡率，此與禽舍採取統進統出而能徹底執行消毒及水簾溫控雞舍環境有關。統進統出模式下，由於可一整棟雞舍的蛋雞淘汰清場，且同時執行全棟雞舍的消毒，因而可降低病原菌交互感染的機會，使蛋雞更為健康相對地死亡率低，且能提高蛋雞的產蛋率 (陳, 2017)。3. 光照計畫：蛋雞是長光照的禽類，在接近性成熟開始產蛋前須有每週逐漸增加光照時間之點燈計畫，在日落後或黎明前黑夜點燈來延長雞隻每日光照時間，以刺激卵巢發育排卵，提高產蛋率。產蛋後則維持每日光照時間為 17 小時，不能任意更動時間。若一棟雞舍有老、中及青三種年齡的蛋雞，則雞舍無法實施統一的光照計畫。4. 採食符合營養需求的同期飼料：蛋雞的飼料有產蛋前期與後期之分，兩者營養成分有差異，例如：產蛋後期飼料鈣含量較前期為高，蛋雞舍實施統進統出，則所有蛋雞都是相同的週齡，可給一致的飼料種類，因此能滿足雞舍內蛋雞的營養需求。若一棟雞舍有三種雞齡，則要有三種飼料桶及三道飼料輸送管線，因受到飼料管線設計之限制，其飼料要分別給與三種雞齡，現場餵飼管理則較不容易進行。

### II. 產蛋前期與後期死亡率

產蛋後期密閉式水簾雞舍統進統出模式的性能有較非開放式高床雞舍分批飼養模式為低的平均週死亡率，此與雞舍徹底消毒有關。Mohammed *et al.* (1986) 指出，多年齡層蛋雞舍容易滋生蛋雞之黴漿菌 (*Mycoplasma synoviae*)；Hubrecht and Kirkwood (2010) 亦指出對動物採統進統出管理模式可減少大腸桿菌的感染。另外，可能因環控雞舍能減緩蛋雞在熱季時的熱緊迫，因而降低雞隻之死亡率。

### III. 全期（第一產蛋年）平均週產蛋率與死亡率之曲線

雖密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式全期平均週死亡率無低於非開放式高床分批飼養模式，但全期（第一產蛋年）平均產蛋率以密閉式水簾雞舍統進統出飼養模式比非開放式高床分批飼養模式為高，因此以密閉式水簾雞舍並實施統進統出的經營模式，較非開放式高床禽舍分批飼養模式有較高產蛋率的能力。

## 結 論

密閉式水簾蛋雞舍統進統出的飼養模式對蛋雞整個產蛋期之產蛋率及產蛋後期之產蛋率及死亡率，均較傳統分批飼養開放高床者為佳，因此有利於蛋雞產業的永續經營。

## 誌 謝

本計畫承蒙行政院農業委員會科技計畫－107 年度單一計家禽（蛋雞）產業統進統出之營運方式 (107 農科 -22.3.1- 牧 -U3) 提供經費，統計資料由劉士嘉博士協助分析，一併致上謝忱。

## 參考文獻

- 王斌永、阮喜文、蕭庭訓、劉曉龍、胡見龍。2002。臺灣地區蛋雞場經營成本與利益分析之試算程式。中畜會誌 31：209-220。
- 王榮生。2015。臺灣蛋雞場飼養型態統計。中華民國養雞協會，臺北。
- 陳源森。2017。環境溫度與經營模式對蛋雞生產性能之影響。國立屏東科技大學，碩士論文，屏東。
- 馮超俊。1998。臺灣蛋雞產業之過去、現在及未來。家禽世界 26：11-13。
- Bédécarrats, G. Y. and C. Hanlon. 2017. Effect of lighting and photoperiod on chicken egg production and quality. In: Egg Innovations and Strategies for Improvements. ed. (Hester P. Y.) Academic Press, San Diego, CA. USA. pp. 65-75.
- Fletcher, D. L., W. M. Britton, G. M. Pesti, A. P. Rahn and S. I. Savage. 1983. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. Poult. Sci. 62: 1800-1805.
- Hubrecht, R. C. and J. Kirkwood (Eds). 2010. The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animal. 8th edition, John Wiley & Sons, West Sussex, UK. p. 650.
- Jackson, M. E., H. M. Hellwig and P. W. Waldroup. 1987. Shell quality: Potential for improvement by dietary means and relationship with egg size. Poult. Sci. 66: 1702-1713.
- Mohammed, H. O., T. E. Carpenter, R. Yamamoto and D. A. McMartin. 1986. Prevalence of *Mycoplasma gallisepticum* and *M. synoviae* in commercial layers in southern and central California. Avian Dis. 30: 519-526.
- North, M. D. and D. Bell. 1990. Commercial Chicken Production Manual. 4 th edition. Van Nostrand Reinhold, New York. p. 643.
- Oguntunji, A. O. and O. M. Alabi. 2010. Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: A review. World's Poult. Sci. J. 66: 739-749.
- Pond, W. G., D. E. Ullrey and C. K. Baer. 2018. Encyclopedia of Animal Science. CRC Press, Boca Ration, FL. USA. p. 227.
- Prabakaran, R. 2003. Good practices in planning and management of integrated commercial poultry production in South Asia. FAO, Rome. Italy. p. 32.
- Price, F. C. and M. H. Swanson. 1977. All-in, All-out replacement system. Division of Agriculture, California University, Leaflet 2626.
- SAS. 2009. SAS/STAT User's guide. 4th ed. Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Summers, J. D., F. L. Atkinson and D. Spratt. 1991. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. Can. J. Anim. Sci. 71: 211-220.
- Zimmermann, N. G. and C. H. Nam. 1988. Temporary ahemeral lighting for increased egg size in maturing pullets. Poult. Sci. 68: 1624-1630.

# Effects of all-in-all-out mode of wet-pad laying hen housing system on egg production and mortality in laying hens <sup>(1)</sup>

Yieng-How Chen <sup>(2)</sup> Shu-Yin Wang <sup>(3)</sup> Reuben Wang <sup>(4)</sup> Zheng-Wen Chen <sup>(2)</sup>  
Yi-Chieh Chen <sup>(2)</sup> and Ping-Hung Lin <sup>(5) (6)</sup>

Received: Mar. 5, 2020; Accepted: Aug. 3, 2020

## Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of all-in-all-out mode of wet pad laying hen housing system on egg production and mortality in laying hens. Two housing systems, wet pad housing system with all-in-all-out production mode and non-open housing system with the batch feeding mode, underwent separate feeding in an individual chicken houses in the same farm in southern Taiwan. The data on weekly egg production rates and mortality during the first laying cycle (19 ~ 80 weeks old) were compared. The results showed that the weekly egg production and mortality rate of wet pad housing system (all-in-all-out) were significantly better than non-open housing system ( $P < 0.001$ ). During the whole trial period, the wet pad housing system had a significantly improved weekly egg production rate up by 30.56%, as compared with non-open housing system ( $P < 0.001$ ), despite no differences ( $P > 0.05$ ) in the mean weekly mortality. In summary, the wet pad housing system with all-in-all-out production mode has better egg production rate and lower mortality rate than those of the non-open housing system, particularly in the late stage of laying period, suggesting beneficial outcomes for the egg industry.

Key words: Wet pad housing system, All-in-all-out, Laying hens.

---

(1) Contribution No. 2647 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Department of Animal Science and Biotechnology, Tunghai University, Taichung 40704, Taiwan, R.O.C.

(3) Department of Animal Science, Chinese Culture University, Taipei 11114, Taiwan, R.O.C.

(4) Department of Master of Public Health Degree Program and Institute of Food Safety and Health, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, R.O.C.

(5) Department of Animal Science, National Chiayi University, Chiayi 60004, Taiwan, R.O.C.

(6) Corresponding author, E-mail: pihulin@mail.ncyu.edu.tw.

# 盤固草半乾青貯捆包前淋雨及乾物率 對山羊適口性的影響<sup>(1)</sup>

陳嘉昇<sup>(2)(3)</sup> 王紓愍<sup>(2)</sup> 游翠凰<sup>(2)</sup>

收件日期：109 年 3 月 27 日；接受日期：109 年 8 月 24 日

## 摘 要

曝曬過程突然遭遇雨淋的盤固草是否適於調製為半乾青貯是一實務問題，本研究探討於多濕季節曝曬過程遭遇雨淋後調製半乾青貯的發酵品質，並以三組飼養試驗評估其羊隻適口性，目的為探討盤固草乾草生產過程遭遇雨淋後，以半乾青貯進行替代性調製的可行性。試驗結果顯示，儲存兩個月後，經雨淋 1 天後之 3 個處理乾物率介於 50 – 58% 之間，未經接種處理者之發酵品質變異較大，而接種處理者發酵結果均良好。後續試驗一比較未淋雨一接種半乾青貯 (CK-I)、淋雨 1 天—全量接種半乾青貯 (R<sub>1</sub>-I)、淋雨 1 天—半量接種半乾青貯 (R<sub>1</sub>-HI) 及乾草之適口性，結果顯示，淋雨 1 天—半量接種者 (R<sub>1</sub>-HI) 其適口性與未淋雨者相當，淋雨 1 天—全量接種者 (R<sub>1</sub>-I) 之 3 小時採食量稍降低，但均顯著優於乾草。儲存 4 個月與儲存 2 個月的青貯品質分析差異不顯著，而羊隻對經雨淋者的偏好並不亞於未淋雨對照，且乾物採食量顯著較高 (試驗 2)。由於未淋雨對照與淋雨半乾青貯間除淋雨之外，尚存在明顯的乾物率差異，因此，本研究再續加探討乾物率對適口性的影響 (試驗 3)，顯示乾物率 50% 之半乾青貯料的適口性顯著優於 33% 者，且與接種與否無關，青貯評分差異對適口性的影響亦小。總結本試驗結果，乾草翻曬過程遭遇雨淋之後，若能控制適當乾物率於 40 – 60% 範圍，且置於田間不超過 2 天，其青貯品質與適口性均佳；接種則有助於青貯發酵的穩定。

關鍵詞：淋雨、偏好性、盤固草、半乾青貯。

## 緒 言

國產乾草以盤固草為大宗，其營養價值與進口百慕達草相當，但因天候因素導致乾草品質不穩定，使商品價值難以提升。青貯發酵與乾燥同為保存牧草營養的方法，優質乾草生產需要良好的氣候條件或輔以人工乾燥方能達成；半乾青貯調製經適度的曝曬或萎凋即可進行捆包，可降低氣候不穩定的風險，避免牧草老化 (Rotz and Muck, 1994; Ohmomo *et al.*, 2002)。對不適調製乾草的季節或區域而言，半乾青貯若能與乾草生產靈活調配，將可以降低天候阻礙、維持高品質。此外，良好的半乾青貯可以提高適口性、增加產品競爭力。恆春分所前期多批山羊試驗結果，半乾青貯可顯著提升盤固草的適口性，羊隻對半乾青貯表現出高度且穩定的偏好性，其適口性不僅高於盤固乾草也大幅高於進口百慕達草 (陳等, 2018b; 陳等, 2019)，顯見半乾青貯調製為提高國產盤固草適口性及競爭力的有效途徑。

半乾青貯的含水率一般介於 40 – 60% 間，相對較高含水率的青貯其發酵速度較慢、有氣時期較長、微生物相的反應也不盡相同 (Muck, 2013)，不同草種、成熟度與牧草生長地區及季節等都會影響植株組成，特別是乾物率、水溶性碳水化合物及酸鹼緩衝能力等的變化會顯著影響菌相及微生物的活動，進而影響發酵品質 (Müller, 2009; Schenck and Müller, 2014)。經雨淋之盤固草其水溶性碳水化合物等可溶性物質易流失，植株狀況與含水率不同，其發酵品質值得探討。

青貯料的適口性變動大而影響因素眾多，不僅存在物種間差異、相同草種的不同品種間、接種與否亦存在差異 (Fisher *et al.* 1999; Burns *et al.* 2001; 王等, 2018; 王等, 2019)，甚至同品種、同成熟度者也會因日變化而導致適口性的不同 (Burritt *et al.* 2005; Fisher *et al.* 2005; 陳等, 2018a)，應與其青貯品質優劣有關，但結果亦因青貯材料及發酵

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2648 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。



料狀況而異 (Müller and Udén, 2007; Gerlach *et al.*, 2014)。已有報告討論盤固草半乾青貯不同發酵狀況及開封後時間之適口性 (陳等, 2018b; 陳等, 2019), 以實務的觀點上, 淋雨後材料的適口性也應加以探討。

半乾青貯的生產有兩個可能途徑, 一為單純以半乾青貯為目標的生產; 二為本以生產乾草為目標, 但曝曬過程突然遭遇雨淋後改為生產半乾青貯的替代方案, 即做為無法順利生產乾草時的應急措施。然而即使是前者, 在夏季多雨季節亦可能遭遇突如其來的降雨問題。因此, 乾草萎凋過程突遭雨淋的盤固草是否適於調製為半乾青貯是一實務上需加以考量的問題。本研究目的即為探討上述應急措施下的青貯品質與對適口性的影響。本研究以實際盤固草田間操作, 比較於夏季多濕季節曝曬乾草過程遭遇雨淋後不同處理間的半乾青貯發酵品質, 設計三組飼養試驗評估淋雨後不同處理的羊隻適口性, 並釐清乾物率對羊隻適口性的影響, 目的為探討盤固草乾草生產過程遇雨後進行替代性半乾青貯調製的可行性, 以供做實務上靈活調製的參考。

## 材料與方法

### I. 材料及青貯調製

- (i) 試驗 1: 試驗材料來自畜產試驗所恆春分所牧草區, 於 105 年 6 月 21 日上午進行 5 公頃牧草地刈割, 下午進行一次翻草作業, 22 日曝曬期間遇間歇降雨 24 mm, 23 日續降雨 17.5 mm; 23 日上午於雨勢空檔進行 3 個處理的膠膜捆包, 3 個處理分別為全量接種商業菌劑 ( $R_1$ -I, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, 接種量  $2 \times 10^8$  cfu/kg fresh material)、半量接種 ( $R_1$ -HI) 及無接種 ( $R_1$ )。接種方式為先將配置之全量或半量菌液均勻噴施於草壟表面 (對照僅噴水), 然後再捆包覆膜, 平均每公斤牧草噴 5 mL 菌液或水。盤固草未經細切, 捆包前平均含水率為 53.9%, 各製作 6、10、10 包, 膠膜厚度 4 層, 平均膠膜包重量 490 kg。24 日及 25 日上午再進行 2 批膠膜捆包作業 ( $R_2$ -I、 $R_3$ -I), 均為全量接種乳酸菌劑處理, 捆包前取樣之含水率分別為 42.8% 及 40.3%。24 日同時進行另 2 公頃牧草刈割, 經 1 日之日曬萎凋於 25 日上午噴施菌劑進行捆包 (CK-I), 於下午降雨前完成作業, 做為本試驗未經淋雨之對照處理。割草至調製期間氣象資料如表 1, 是典型夏季乾草調製期間經常導致無法順利生產乾草的天氣狀況。膠膜包於 2 個月後各開封 3 包, 每包取多點草樣混合進行青貯品質分析; 開封當日同一處理之膠膜包各取草料 10 kg, 共 30 kg 混合置 4°C 冷藏庫供動物試驗用。

表 1. 試驗 1 及試驗 2 之盤固草半乾青貯調製期間之氣象資料

Table 1. The meteorological data during the process of pangolagrass haylage making for experiment 1 and 2

Date	Precipitation	Sunshine hours	Cloud amount	Sunshine rate	Relative humidity	Temperature
	mm	hr.	ten points	%	%	°C
6/21	0	12.2	3.9	12.2	72	29.6
6/22	24	9.7	6.0	9.7	73	28.4
6/23	18	6.5	7.8	6.5	74	28.0
6/24	0	7.5	5.6	7.5	75	28.9
6/25	4	7.5	5.0	7.5	74	29.5

- (ii) 試驗 2: 試驗 2 半乾青貯材料來源同試驗 1, 儲存期 4 個月, 其中 CK-I 及  $R_1$ -I 於保存 4 個月後, 每處理取 2 個草包 (CK-I-1、CK-I-2 及  $R_1$ -I-1、 $R_1$ -I-2) 分別取樣進行青貯品質分析及動物試驗。
- (iii) 試驗 3: 試驗材料來自畜產試驗所恆春分所牧草區, 於 106 年 5 月 4 日上午進行刈割後即行翻草一次, 盤固草未經細切, 高含水率處理於下午進行膠膜捆包 (捆包前含水率平均 65.2%), 低含水率處理於翌日上午進行膠膜捆包 (捆包前含水率平均 50.5%), 田間作業期間未遭遇降雨。田間材料分成接種及不接種處理, 各約使用 0.5 公頃盤固草地, 接種者噴施商業菌劑 (*L. plantarum*, *L. casei*, 接種量  $2 \times 10^8$  cfu/kg fresh material), 未接種者噴施自來水, 以中型膠膜機 MidiVario 85-100 (Agronic Co.) 進行捆包, 膠膜厚度 4 層。膠膜包於 2 個月後各開封 3 包, 每包取多點草樣混合進行青貯品質分析; 開封當日同一處理之膠膜包各取草料 10 kg, 共 30 kg 混合置 4°C 冷藏庫供動物試驗用。四種處理代號 L、LI、H、HI 分別表示低乾物率—對照、低乾物率—接種、高乾物率—對照及高乾物率—接種。

### II. 營養成分及青貯品質分析



營養成分分析：前述各試驗材料於試驗前各自取樣，乾物率為 80℃ 下烘乾 48 小時之乾鮮重比。烘乾後樣品磨粉供下列分析：粗蛋白質 (Crude protein, CP) 含量依照 AOAC (1984) 之方法測定；酸洗纖維 (Acid-detergent fiber, ADF)、中洗纖維 (Neutral-detergent fiber, NDF) 則依照 van Soest *et al.* (1991) 之方法測定，每一樣品重複二次。

青貯品質測定：酸鹼值為 20 g 新鮮青貯料加水 180 mL，打碎過濾後以酸鹼度計測定之值。乳酸、丁酸及乙酸之測定以氣相層析儀依 Jones and Kay (1976) 的方法進行。青貯評分 (Fleig's score) 為依青貯料中乳酸、乙酸與丁酸占總酸之當量百分比各自計分後總加，以評估青貯料之發酵品質，評分 40 以下為青貯失敗、40 – 60 分為可接受、60 – 80 分為好的青貯、80 分以上為發酵優良的青貯。每一樣品重複二次。

### III. 動物試驗

上述三批材料分批進行動物試驗。以恆春分所飼養之 10 – 12 月齡努比亞閩公羊 4 頭，分別隔離於 1.5 × 3 m<sup>2</sup> 的個別飼養欄進行。各試驗之前 4 天為適應期，後 5 天為試驗期。每個飼養欄之長條飼料槽上放置 4 個直徑 30 cm、深 20 cm 圓形飼槽，飼槽內分別放置 150 g (乾基) 之四種參試草料。圓形飼槽位置每日隨機放置，以避免位置效應的影響。每日 13:30 開始餵飼試驗，記錄前 20 分鐘之每分鐘採食標的 (每分鐘記錄一次) 及 0.5 小時、1 小時、1.5 小時、2 小時、3 小時之採食量；於試驗日 16:30 記錄結束後移除圓形飼槽，每頭羊給予精料 300 g、百慕達乾草 300 g，以補足每日所需之採食量。翌日上午 9:00 清空飼料槽，13:30 再開始餵飼試驗。

### IV. 統計分析

試驗收集資料以 SAS 軟體 (SAS, 2002) 之 GLM Procedure 進行變方分析，主效應為草料及羊隻，各主效應均為固定型，以最小差異顯著性測定法 (LSD, Least-Significant difference) 測驗處理間的差異顯著性。

## 結 果

### I. 淋雨後捆包與接種的影響

含水率 (乾物率) 是影響青貯發酵的重要因素，本研究於捆包前均進行田間材料的取樣以測定含水率，遇雨後第 1、2、3 天材料的田間取樣平均乾物率分別為 46.1%、57.2% 及 59.7%，然經拆包後之平均乾物率卻分別為 51 – 58% (R<sub>1</sub>-HI, R<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>-I)、77.2% (R<sub>2</sub>-I) 與 77.5% (R<sub>3</sub>-I) (表 2)，第 2、3 天的乾物率超乎預期的高，且多數淋雨樣品具有較大的乾物率變異 (表 2)。推測第 2、3 天的乾物率較預期高的原因可能為，田間所測得的水分之中，部分僅附著於植體表面，而表面水於捆包時經離心力甩出，故膠膜內的水分降低，而遇雨第 1 天距刈割時間不久，因捆包離心力而減少的水分可能較少。本試驗淋雨後第 2、3 天材料 (R<sub>2</sub>-I、R<sub>3</sub>-I) 的發酵表現不佳，除有留置田間較久的影響外，其本身含水率過低也是因子之一。而樣品間含水率變異較大應是草場難以避免有高低差以致積水不均所致，故水分的難以精準控制以及不均勻都是遇雨後調製半乾青貯易遭遇的問題。

表 2. 不同調製條件下盤固草半乾青貯之 pH、乾物率及揮發性脂肪酸含量 (試驗 1)

Table 2. The pH values, dry matter contents and volatile fatty acids of different treatments of pangolagrass haylage in experiment 1

Treatment	pH	Dry matter content	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid
		%	----- % DM -----			
CK-I*	4.21 ± 0.15	35.3 ± 2.0	0.47 ± 0.01	0.03 ± 0.04	0.13 ± 0.01	3.00 ± 1.11
R <sub>1</sub> -I	4.63 ± 0.20	51.2 ± 5.5	0.22 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.11 ± 0.03	1.52 ± 0.89
R <sub>1</sub> -HI	4.72 ± 0.16	50.6 ± 1.8	0.32 ± 0.13	0.03 ± 0.04	0.09 ± 0.00	1.40 ± 0.64
R <sub>1</sub>	4.51 ± 0.63	58.3 ± 7.1	0.26 ± 0.10	0.04 ± 0.04	0.22 ± 0.30	1.46 ± 0.35
R <sub>2</sub> -I	5.15 ± 0.24	77.2 ± 5.0	0.19 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.30 ± 0.33
R <sub>3</sub> -I	4.99 ± 0.04	77.5 ± 5.2	0.33 ± 0.02	0.01 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.11
LSD <sub>5%</sub>	0.35	5.2	0.12	0.01	0.08	0.85

\* CK-I: Wilting for one day and baling with inoculant.

R<sub>1</sub>-I, R<sub>2</sub>-I, R<sub>3</sub>-I: Wetted by rain for 1, 2 and 3 days after sun exposure and baling with inoculant, respectively.

R<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>-HI: Wetted by rain for one day after sun exposure and baling without and with half concentration of inoculant, respectively.

做為未淋雨對照之 CK-I 經 1 日之萎凋，乾物率 35.3%，因含水率最高，其乳酸量與總酸量均最高，pH 最低。經雨淋 1 天後之 3 個處理 (R<sub>1</sub>-I、R<sub>1</sub>-HI、R<sub>1</sub>) 乾物率介於 51 – 58% 之間，三者之間的乙酸、乳酸、總產酸量差異不顯著，但僅有 CK-I 之半量。其中 R<sub>1</sub> 之 pH 與丁酸含量變異較大 (CV = 14.0% 與 136%)，其青貯評分較低且變異亦大 (CV = 27.5%)，顯示未經接種處理者之發酵結果穩定度較差；R<sub>1</sub>-I、R<sub>1</sub>-HI 雖經雨淋，經接種可控制於良好且穩定的結果。R<sub>2</sub>-I、R<sub>3</sub>-I 乾物率分別為 77.2% 及 77.5%，含水率過低，總產酸極低，僅 0.6% 及 0.58%，青貯評分分別為 40 及 30，因此不參加適口性試驗 (表 2，表 3)。

表 3. 盤固草半乾青貯之揮發性脂肪酸當量百分比、總揮發性脂肪酸含量及青貯評分 (試驗 1)

Table 3. The volatile fatty acid equivalent percentages, total volatile fatty acids and Fleig's scores of different treatments of pangolagrass haylage in experiment 1

Treatment	Acetic acid	Butyric acid	Lactic acid	Total volatile fatty acid	Fleig's score
	----- % TVFA -----			% DM	
CK-I*	18.9 ± 5.5	3.5 ± 0.8	76.6 ± 7.7	3.63 ± 0.71	86.5 ± 2.1
R <sub>1</sub> -I	18.6 ± 6.1	6.6 ± 2.7	74.9 ± 8.3	1.85 ± 0.45	82.3 ± 3.9
R <sub>1</sub> -HI	24.1 ± 0.9	5.1 ± 2.4	69.4 ± 1.4	1.84 ± 0.64	82.5 ± 3.5
R <sub>1</sub>	18.0 ± 5.4	10.1 ± 13.0	69.9 ± 20.3	1.98 ± 0.53	72.7 ± 20.0
R <sub>2</sub> -I	45.8 ± 20.8	17.4 ± 10.4	36.1 ± 30.2	0.60 ± 0.22	40.0 ± 36.8
R <sub>3</sub> -I	67.1 ± 11.1	13.5 ± 2.2	17.4 ± 10.6	0.58 ± 0.16	30.0 ± 8.5
LSD <sub>5%</sub>	12.3	4.3	18.4	0.62	12.5

\* As shown in Table 2.

本研究續以 CK-I、R<sub>1</sub>-I、R<sub>1</sub>-HI 進行適口性試驗並與盤固乾草進行比較 (適口性試驗 1)，結果如表 4。前 5 分鐘採食次數以 CK-I、R<sub>1</sub>-I 顯著最高，次為 R<sub>1</sub>-HI，乾草最低；6 – 10 分鐘之結果亦同。以 0.5 小時採食量而言，CK-I、R<sub>1</sub>-I、R<sub>1</sub>-HI、乾草之乾物採食量分別為 54.8 g、63.4 g、25.3 g 及 13.0 g，其間有數倍之顯著差異；前 1 小時的採食量趨勢亦同，前二者顯著高於後二者，其間約有兩倍差距；前 1.5 小時後 R<sub>1</sub>-HI 的採食量提高至與前二者差異不顯著 (表 4)。3 小時採食結果顯示 1 天雨淋一半量接種者 (R<sub>1</sub>-HI) 其適口性與未經雨淋之對照組 (CK-I) 相當，經一天雨淋且全量接種者 (R<sub>1</sub>-I) 之適口性稍降低，但均顯著優於乾草。

表 4. 盤固草半乾青貯與乾草的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 1)

Table 4. Bouts and dry matter intake of rain wetted haylage, control haylage and hay of pangolagrass in experiment 1

Treatment	Bout		Dry matter intake (g/goat)				
	1 – 5 min	6 – 10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
Haylage							
CK-I*	1.6 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>ab</sup>	54.8 <sup>a</sup>	108.8 <sup>a</sup>	137.3 <sup>a</sup>	137.3 <sup>a</sup>	146.8 <sup>a</sup>
R <sub>1</sub> -I	1.8 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	63.4 <sup>a</sup>	104.0 <sup>a</sup>	112.3 <sup>a</sup>	123.1 <sup>a</sup>	126.6 <sup>b</sup>
R <sub>1</sub> -HI	1.0 <sup>bc</sup>	0.9 <sup>bc</sup>	25.3 <sup>b</sup>	69.9 <sup>b</sup>	125.1 <sup>a</sup>	125.1 <sup>a</sup>	138.1 <sup>ab</sup>
Hay	0.5 <sup>c</sup>	0.3 <sup>c</sup>	13.0 <sup>b</sup>	51.9 <sup>b</sup>	70.2 <sup>b</sup>	70.2 <sup>b</sup>	90.7 <sup>c</sup>

a, b, c Means in the same column with different superscripts show significant differences among treatments (P < 0.05).

\* As shown in Table 2.

為進一步瞭解經淋雨後半乾青貯經較長期儲存後之適口性，本研究於儲存 4 個月後 CK-I、R<sub>1</sub>-I 各開封兩個膠膜包個別進行青貯品質分析及適口性試驗。因兩處理的乾物率差異大，其發酵程度有頗大差異，R<sub>1</sub>-I 之 pH 顯著高 CK-I，後者的乙酸與乳酸量高於前者數倍，青貯評分亦有顯著差異但均達優良等級 (表 5)。整體而言，儲存四個月與儲存二個月的青貯品質分析結果近似 (表 2、表 3)。

以 CK-I、R<sub>1</sub>-I 各兩包半乾青貯料進行之適口性試驗結果如表 6。前 5 分鐘採食次數及 6 – 10 分鐘的採食次數於 4 個半乾青貯草包間未有顯著差異。而前 30 分鐘採食量 R<sub>1</sub>-I 達 CK-I 的兩倍，前 1 小時至 3 小時之採食量均以 R<sub>1</sub>-I 的兩包顯著高於 CK-I 的兩包，顯示 R<sub>1</sub>-I 的總酸量及乳酸量雖遠低於 CK-I，但羊隻對 R<sub>1</sub>-I 的偏好並

不亞於 CK-I，而在乾物採食量上顯著較高。本試驗材料不僅牽涉雨淋的有無亦有乾物率的差異，因此半乾青貯料的乾物率對適口性的影響值得進一步釐清。

表 5. 儲存 4 個月後盤固草半乾青貯之 pH、乾物率及揮發性脂肪酸含量 (試驗 2)

Table 5. The pH values, dry matter contents and volatile fatty acids of pangolagrass haylage after storing for 4 months in experiment 2

Treatment	pH	Dry matter content	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid	Fleig's score
		%	% DM				
CK-I*	4.10 <sup>b</sup>	35.0 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.0	0.13	3.79 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>
R <sub>1</sub> -I	4.68 <sup>a</sup>	59.0 <sup>a</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.0	0.11	0.99 <sup>b</sup>	80 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences between treatments ( $P < 0.05$ ).

\* As shown in Table 2.

表 6. 儲存 4 個月後盤固草半乾青貯開封後不同天數的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 2)

Table 6. Bouts and dry matter intakes of pangolagrass haylage after storing for 4 months in experiment 2

Treatment	Bout		Dry matter intake (g/goat)				
	1 – 5 min	6 – 10 min	0.5 hr	1 hr	1.5 hr	2 hr	3 hr
CKI-1*	0.9	1.1	30.3 <sup>b</sup>	71.3 <sup>b</sup>	89.6 <sup>b</sup>	101.2 <sup>b</sup>	110.5 <sup>b</sup>
CKI-2	1.2	1.1	34.0 <sup>b</sup>	61.3 <sup>b</sup>	79.1 <sup>b</sup>	90.4 <sup>b</sup>	104.3 <sup>b</sup>
R <sub>1</sub> -I-1	1.2	0.8	69.3 <sup>a</sup>	115.3 <sup>a</sup>	114.4 <sup>a</sup>	123.3 <sup>a</sup>	142.5 <sup>a</sup>
R <sub>1</sub> -I-2	1.1	1.5	66.8 <sup>a</sup>	111.9 <sup>a</sup>	117.9 <sup>a</sup>	131.6 <sup>a</sup>	148.3 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences between treatments ( $P < 0.05$ ).

\* As shown in Table 2.

## II. 乾物率對山羊適口性的影響

本研究續以田間經控制的低及高兩種乾物率材料 (捆包前乾物率 34.8% 及 49.5%)，分別以接種與未接種進行膠膜捆包，共獲 4 種處理，代號 L、LI、H、HI。開封後乾物率分別為 33.3%、33.2%、47.3%、56.8%，pH 以接種者低於未接種者；L 之乙酸量最高，LI 之乳酸量最高，未接種者丁酸顯著較高；接種者之青貯評分達 90 以上，L 之青貯評分僅 61.0 (表 7)。

表 7. 不同乾物率與接種處理盤固草半乾青貯之 pH、乾物率、揮發性脂肪酸含量及青貯評分 (試驗 3)

Table 7. The pH values, dry matter contents, volatile fatty acids and Fleig's scores of pangolagrass haylage with different dry matter contents and inoculant treatments in experiment 3

Treatment	Inoculation	Dry matter content	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid	pH	Fleig's score
		%	% DM					
L*	no	33.3 <sup>b</sup>	1.79 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	2.79 <sup>b</sup>	4.44 <sup>a</sup>	61.0 <sup>c</sup>
LI	yes	33.2 <sup>b</sup>	0.91 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.05 <sup>c</sup>	5.54 <sup>a</sup>	3.92 <sup>b</sup>	95.0 <sup>a</sup>
H	no	47.3 <sup>a</sup>	0.67 <sup>bc</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.12 <sup>b</sup>	3.55 <sup>b</sup>	4.47 <sup>a</sup>	87.0 <sup>b</sup>
HI	yes	56.8 <sup>a</sup>	0.32 <sup>c</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.01 <sup>c</sup>	2.97 <sup>b</sup>	4.17 <sup>ab</sup>	98.0 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences among treatments ( $P < 0.05$ ).

\* L, LI: Low dry matter content without or with inoculant, respectively.

H, HI: High dry matter content without or with inoculant, respectively.

上述 4 種半乾青貯適口性試驗結果如表 8。前 5 分鐘採食次數及 6 – 10 分鐘的採食次數均以高乾物率者顯著高於低乾物率者。而高乾物率者之前 30 分鐘採食量、前 1 小時採食量為低乾物率者的 2 – 3 倍，3 小時之採食量亦有極大差異；接種與未接種則無顯著差異。顯示乾物率 50% 左右之盤固草半乾青貯之適口性顯著優於 33% 者，且與接種與否無關，同在低乾物率之下，青貯評分差異對適口性的影響亦小。

表 8. 不同乾物率與接種處理之盤固草半乾青貯的前期採食次數及採食量之比較 (試驗 3)

Table 8. Bouts and dry matter intakes of pangolagrass haylage with different dry matter contents and inoculant treatments in experiment 3

Treatment	Bout		Dry matter intake (g/goat)		
	1 – 5 min	6 – 10 min	0.5 hr	1 hr	3 hr
L*	0.6 <sup>b</sup>	0.6 <sup>b</sup>	23.5 <sup>b</sup>	30.3 <sup>b</sup>	61.8 <sup>b</sup>
LI	0.4 <sup>b</sup>	0.6 <sup>b</sup>	16.4 <sup>b</sup>	27.4 <sup>b</sup>	65.4 <sup>b</sup>
H	2.4 <sup>a</sup>	1.1 <sup>b</sup>	75.2 <sup>a</sup>	85.9 <sup>a</sup>	108.7 <sup>a</sup>
HI	1.5 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>a</sup>	66.9 <sup>a</sup>	89.3 <sup>a</sup>	110.5 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Means in the same column with different superscripts show significant differences among treatments ( $P < 0.05$ ).

\* As shown in Table 7.

## 討 論

淋雨後再調製為半乾青貯雖不能視為常態生產方式，但卻是實務上經常面臨的狀況，由本研究結果可獲知其有條件式的可行性與需克服的問題。試驗 1 中經雨淋 1 天之 3 個處理 ( $R_1$ -I、 $R_1$ -HI、 $R_1$ ) 乾物率適當、發酵狀況良好，其中經接種者 ( $R_1$ -I) 之適口性與未淋雨對照 (CK-I) 相當，適口性數倍高於盤固乾草。陳等 (2019) 指出盤固草半乾青貯適口性不僅高於盤固乾草也大幅高於進口百慕達草，其相對於百慕達草的前 5 – 10 分鐘偏好採食次數平均高達 5 倍，而前 0.5 小時的乾物採食量約為百慕達草的 3 倍。半量接種者之適口性與全量接種者相近，均顯著優於乾草。因此在適當的含水率及接種處理之下，經淋雨者可不減損其良好適口性。

淋雨後第 2、3 天的牧草容易產生過乾的問題，含水率過低則不適合青貯發酵。另留置田間的時間長易發生微生物滋長問題，因此，建議淋雨後遇降雨空檔，可改換為半乾青貯調製，惟應把握適當水分含量時儘快作業，以獲得良好的發酵品質；留置田間超過兩天，青貯調製的風險變大。而取樣估測適當含水率時應注意其表面水的干擾。此外，刈割草場不平整造成材料間含水率的不均勻也是應加以注意的問題。試驗 1 與試驗 2 都顯示淋雨後調製之半乾青貯其適口性不亞於未淋雨對照組，且其前期乾物採食量高於未淋雨者可能為乾物率較高所致，試驗 3 的結果進一步說明了乾物率對適口性的影響高於青貯評分及接種的有無。以上均顯示乾物率控制的重要。

雖然半乾青貯有多項的優點，如田間損失較低與提升適口性 (Dumont and Petit, 1995; Forbes, 1995; Müller and Udén, 2007; Ginane *et al.* 2011)，恆春分所的研究亦顯示盤固草半乾青貯可顯著提升盤固草的適口性。學理上，半乾青貯調製可提高國產盤固草的適口性及競爭力應無疑義，然推廣上尚有挑戰。因國內所生產的乾草大都為交易型的商品，生產者與飼養者並非合一，由乾草的生產體系轉換為半乾青貯的調製供應時面臨生產成本 (膠膜打包) 提高、工序增加、裝載成本高、易破包不利保存 (陳等, 2019) 與乾物率計價等問題。在目前產銷體系下大幅轉換為半乾青貯的生產，尚有待產銷雙方有提升牧草品質的共識及充分誘因的提供。然而有兩種情況在目前已有利基，一為自用型的生產者，因自行生產半乾青貯可提升品質且無交易上衍生的問題；另一為乾草曝曬過程遇雨的替代方案，做為避免損失的應急措施，此即為本研究所解決的問題。

總結本試驗結果，乾草曝曬過程遭遇雨淋之下，若能控制適當乾物率於 40 – 60% 範圍，且置於田間未超過 2 天，其青貯品質與適口性均佳；接種則有助於青貯發酵的穩定。

## 參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、游翠鳳。2018。接種菌株對苜蓿半乾青貯適口性的影響。畜產研究 51：286-292。
- 王紓愍、劉信宏、游翠鳳、陳嘉昇。2019。不同調製方式國產苜蓿之山羊適口性比較。畜產研究 52：146-152。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳。2018a。牧草適口性探討：I. 山羊對添加糖、有機酸、水溶性碳水化合物變動與青貯發酵之反應。畜產研究 51：185-192。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳、李璟妤。2018b。牧草適口性探討：II. 草種、乾燥度與調製法對山羊適口性的影響。中畜會誌 47：197-207。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳。2019。盤固草半乾青貯開封後日數對山羊適口性的影響。中畜會誌 48：47-57。



- 陳筱薇、黃孝義、張友義、白崇智、史崑元、李婕伶、石芳其、林佑諭、劉智宏、丘昀融、陳莘惠、游翠鳳、劉信宏、王紓愍、陳嘉昇、王翰聰、陳靜宜、徐濟泰。2019。添加乳酸菌複方與丙酸鉍抑制盤固草半乾青貯草捆製作過程發霉之效果。中畜會誌 48：1-15。
- A. O. A. C. 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Washington DC.
- Burns, J. C., D. S. Fisher and H. F. Mayland. 2001. Preference by sheep and goats among hay of eight tall fescue cultivars. J. Anim. Sci. 79: 213-224.
- Burritt, E. A., H. F. Mayland, F. D. Provenza, R. L. Miller and J. C. Burns. 2005. Effect of added sugar on preference and intake by sheep of hay cut in the morning versus the afternoon. Appl. Anim. Behav. Sci. 94: 245-54.
- Dumont, B. and M. Petit. 1995. An indoor method for studying the preferences of sheep and cattle at pasture. Appl. Anim. Behav. Sci. 46: 67-80.
- Fisher, D. S., H. F. Mayland and J. C. Burns. 1999. Variation in ruminants' preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. J. Anim. Sci. 77: 762-768.
- Fisher, D. S., J. C. Burns and H. F. Mayland. 2005. Ruminant selection among switchgrass hays cut at either sundown or sunup. Crop Sci. 45: 1394-1402.
- Forbes, J. M. 1995. Physical limitation of feed intake in ruminants and its interactions with other factors affecting intake. In: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Proceedings of the Eighth International Symposium on Ruminant Physiology (W. V. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves, D. Giesecke, eds.), Ferdinand Enke Verlag, pp. 217-232.
- Jones, D. W. and J. J. Kay. 1976. Determination of volatile fatty acid C1-C6 and lactic acid in silage juice. J. Sci. Food Agric. 27: 1005-1014.
- Gerlach, K., F. Rob, K. Weib, W. Büscher and K. H. Südekum. 2014. Aerobic exposure of grass silages and its impact on dry matter intake and preference by goats. Small Rum. Res. 117: 131-141.
- Ginane, C., R. Baumont and A. Favreau-Peigné. 2011. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. Physiol. Behav. 104: 666-74.
- Müller, C. and P. Udén. 2007. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. Anim. Feed Sci. Tech. 132: 66-78.
- Müller, C. E. 2009. Long-stemmed vs. cut haylage in bales-Effects on fermentation, aerobic storage stability, equine eating behaviour and characteristics of equine faeces. Anim. Feed Sci. Tech. 152: 307-321.
- Muck, R. E. 2013. Recent advances in silage microbiology. Agr. Food Sci. 22: 3-15.
- Ohmomo, S., O. Tanaka, H. K. Kitamoto and Y. Cai. 2002. Silage and microbial performance, old story but new problems. JARQ 36: 59-71.
- Rotz, C. A. and R. E. Muck. 1994. Changes in Forage Quality during Harvest and Storage. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization, Eds. G.C. Fahey, Jr. *et al.* Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 828-868.
- SAS. 2002. SAS version 9.00. Statistical Analysis Institute, Inc., Cary, N.C. USA.
- Schenck, J. and C. E. Müller. 2014. Microbial Composition before and after Conservation of Grass-Dominated Haylage Harvested Early, Middle, and Late in the Season. J. Equine Veterinary Sci. 34: 593-601.
- van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.



# Effect of rain exposure before wrapping and dry matter contents of pangolagrass haylages on palatability of goats <sup>(1)</sup>

Chia-Sheng Chen <sup>(2)(3)</sup> Shu-Min Wang <sup>(2)</sup> and Tsui-Huang Yu <sup>(2)</sup>

Received: Mar. 27, 2020; Accepted: Aug. 24, 2020

## Abstract

Whether pangolagrass being exposed to sudden rain during the hay-processing period is suitable for making haylage is one practical issue. This study investigated the fermentation quality of pangolagrass haylage after pangolagrass hay is exposed to rain during the wet season. Three sets of feeding experiment was conducted to evaluate the palatability of goat. The purpose of these experiments was to determine the feasibility of replacing with haylage after the pangolagrass was exposed to rain during hay making. After two months of storage, the test results shows that pangolagrass haylages for this study, having been exposed to the rain for one day with three treatments, had the dry matter contents between 50 ~ 58%. The fermentation qualities of those with inoculation were good, while the quality of that without inoculation showed quality variation. The results of palatability test 1 showed that the palatability of the treatment of haylage inoculation without being rained (CK-1), haylage full inoculation with one-day raining (R<sub>1</sub>-I), and haylage half-inoculation with one-day raining (R<sub>1</sub>-HI), and dry hay were compared. The results suggested that the palatability of haylage half-inoculation with one-day raining (R<sub>1</sub>-HI) was equivalent to that without rained while the three-hour feed intake of full inoculation with one-day raining (R<sub>1</sub>-I) was slightly lowered, but nonetheless significantly better than dry hay. The results of silage quality analysis between 4 months storage and 2 months storage showed no significant differences. The goats' preference for one day rain was not poor compared with that of controlled group. Moreover, the dry intake content was significantly higher (Test 2). There was also significant dry content variation apart from the rain between the controlled group without raining and the rained haylage. This study continued to explore the effect of dry matter content on palatability (Test 3), and the results showed that the palatability of pangolagrass haylage with a dry matter content of 50% was significantly better than that of 33%, and it was unrelated to inoculation. The difference in silage scores also had a small effect on palatability. It is concluded that when the grass is exposed to rain during the withering process and if the dry matter content could be controlled within the range of 40 ~ 60%, in addition to storing in the field for no more than 2 days, the haylage quality and palatability would be good. Moreover, inoculation can help stabilization of haylage fermentation.

Key words: Rain exposure, Preference, Pangolagrass, Haylage.

---

(1) Contribution No. 2648 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..

# 不同離乳策略對荷蘭種母仔牛週齡體重 及血液參數值變化之影響<sup>(1)</sup>

王思涵<sup>(2)(4)</sup> 張俊達<sup>(3)</sup> 蕭振文<sup>(2)</sup>

收件日期：109 年 2 月 14 日；接受日期：109 年 8 月 24 日

## 摘 要

本研究旨在探討代用乳餵飼量及離乳時間對荷蘭種母仔牛各週齡平均體重及血液參數值變化之影響。30 頭母仔牛依出生序分成三組，依序對照組為每日餵飼 4 公升代用乳，39 日齡起逐漸減少乳量至 7 週齡離乳；處理組 1 為每日餵飼 8 公升代用乳，39 日齡起逐漸減少乳量至 7 週齡離乳；處理組 2 為每日餵飼 8 公升代用乳，60 日齡起逐漸減少乳量至 10 週齡離乳。試驗結果顯示，處理組 2 母仔牛於第 8、9 及 10 週齡之平均體重皆顯著高於對照組與處理組 1 ( $P < 0.05$ )，但其餘週齡三組母仔牛體重則無顯著差異。三組母仔牛血液參數值，葡萄糖與三酸甘油酯濃度皆隨母仔牛週齡增加而逐漸下降後趨於穩定；尿素氮濃度則隨母仔牛代用乳餵飼量的減少而逐漸上升；鈉、鉀及氯離子濃度穩定且皆於正常範圍值內；血中麩胺酸草乙酸轉胺酶 (glutamic oxaloacetic transaminase, GOT) 及麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvic transaminase, GPT) 濃度隨母仔牛週齡增加略微上升。不同離乳策略對照組、處理組 1 及處理組 2 母仔牛離乳前之平均日增重分別為 0.77、0.78 及 0.95 公斤；代用乳成本分別為新臺幣 3,583、6,566 及 9,380 元。綜上所述，代用乳餵飼量及離乳時間對母仔牛於各週齡間之血液參數值影響並不大，但卻會造成母仔牛離乳時之平均體重、離乳前平均日增重與代用乳成本之差異。

關鍵詞：離乳策略、母仔牛、體重、血液參數值。

## 緒 言

仔牛出生時胃容量很小只有 2 – 3 公升，但乳牛已被改良成為高乳量家畜，若採自然哺乳可能會引起仔牛過飽引起消化不良或甚至下痢致死的問題，因此現今仔牛之飼養多採人工哺乳。人工哺乳一般以水桶餵乳，左手固定水桶而右手食指與中指兩指併攏插入仔牛口中，仔牛自然會藉由指頭吸吮乳汁，約 3 日後便學會自行吸吮。育成仔牛需花費頗多乳量，對以生乳作為收入的酪農來說是一項損失。代替母乳之飼料稱為代用乳 (milk replacer)，使用接近牛乳成分原料並添加維生素與礦物質等補給牛乳不足部份。代用乳一般以乳粉狀態出售，有易保存與易搬運之優點，適當的使用代用乳節省生乳之使用，育成健康仔牛並增加生乳收益 (宋等, 2006)。

自新生仔牛出生後 5 日齡以人工哺乳開始餵予代用乳，代用乳為仔牛所有之營養來源，代用乳量以仔牛體重之十分之一為準，每日供應量約為 4 公升。仔牛離乳一般在六週齡，可採一次性離乳方式，若仔牛健康情形較差或採食精料的量仍不夠 1 公斤，可在預定離乳後以每日供應 2 公升代用乳的方式，持續至仔牛採食精料每日達 1 公斤後再行離乳。仔牛出生後只有第四胃即真胃可以正常作用，其他第一、二、三胃等由食道演化成的前胃均未發達，出生後 2 週齡提供仔牛幼嫩牧草或與飼料自由採食，可刺激其既有之發酵作用產生短鏈脂肪酸 (short-chain fatty acids, SCFAs)，有助於仔牛前胃的發育 (李等, 1980)。仔牛在哺乳期間提供給水，在熱季可顯著改善仔牛 4 至 8 週齡期間的生長與精料採食量，其日增重及精料採食量分別為每日 0.99 公斤及 1.06 公斤 (李等, 2000)。

仔牛自出生、離乳至轉為採食精料與草料，生理及代謝經歷重大的轉變。因此，國外關於仔牛在飼養管理的部分仍持續被研究並提出新觀點。1970 至 1980 年代，為兼顧仔牛飼養成本及減緩仔牛離乳不適問題，以限制仔牛餵飼乳量 (全乳或代用乳) 為主；1990 年起，以促進瘤胃發育為仔牛飼養管理研究主軸，除減少仔牛餵飼乳量外，更建

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2649 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

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

議提高教槽料攝食量 (Kertz *et al.*, 2017)。但近年來基於動物福祉的要求，建議仔牛餵飼乳量增加至體重之 20%，不充足之餵飼乳量會導致仔牛前往自動餵飼系統之頻率增加且活動力下降，這些動物行為表示仔牛處於飢餓狀態 (Borderas *et al.*, 2009)。高乳量之餵飼方式使仔牛日增重明顯 (Jasper and Weary, 2002; Drackley, 2008)，但卻可能造成仔牛於離乳時對固體飼糧適應問題導致生長停滯，尤其以一次性離乳方式最易出現此現象 (Sweeney *et al.*, 2010)。

本研究目標期探討不同離乳策略對於荷蘭種母仔牛各週齡體重及血液參數值變化之影響，比較不同代用乳餵飼量及離乳時間對母仔牛生長及健康的影響，供國內酪農參考。

## 材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所試驗牛舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容，均經畜產試驗所新竹分所實驗動物管理小組以畜試竹字 107-1 號申請核准在案。

### I. 試驗動物及飼養管理

本試驗動物為 2018 年 6 月至 2019 年 6 月間出生之荷蘭種母仔牛共計 30 頭。母仔牛群飼養以代用乳搭配百慕達乾草及教槽料任食為主；餵飼時間分別於上午 8 時 30 分及下午 3 時 30 分。

### II. 試驗方法與測定項目

- (i) 新生母仔牛飼養管理及體重記錄：母仔牛於出生後 12 小時內，以人工哺乳給予母親牛之初乳約 4 公升，並飼養於不銹鋼個別欄架內至少 7 日，確認母仔牛健康無虞後，自第 8 日起移至仔牛舍進行不同離乳策略之試驗。
- (ii) 試驗分組：母仔牛依其出生日期依序分成三組並參考 Khan *et al.* (2007a) 離乳策略設計，分別為對照組 (control)：每日餵飼 4 公升代用乳，39 日齡起以每日減少 10% 乳量至 7 週齡離乳。處理組 1 (T1)：每日餵飼 8 公升代用乳，39 日齡起以每日減少 10% 乳量至 7 週齡離乳。處理組 2 (T2)：每日餵飼 8 公升代用乳，60 日齡起以每日減少 10% 乳量至 10 週齡離乳；上下午各餵飼每日代用乳量之 50%。代用乳配製方式為秤取 125 克乳粉，調勻溶解至 1 公升溫水中，以水桶進行人工哺乳。試驗期間教槽料、乾草及水皆任食。母仔牛採個別欄架飼養，並以自動水碗供水。每週進行磅重，同時採集血液至 10 週齡為止。
- (iii) 百慕達乾草、代用乳及教槽料採樣分析：每三個月進行各項原物料樣品採集，並暫存於 -20℃；待均勻混合連續 3 次樣品後，以 55℃ 烘乾 48 小時，熱秤得乾物質率後，依 AOAC (2000) 法進行乾物質、粗蛋白質、粗脂肪等分析。乳糖分析依據 CNS 3445 乳品檢測法—乳糖之測定進行。依據 van Soest *et al.* (1991) 方法分析酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF)。分析結果顯示，百慕達乾草乾基粗蛋白質為 13.67%、粗脂肪為 2.54%、酸洗纖維 24.51% 及中洗纖維 52.90%；代用乳乾基 (maxmilk CMR 26, New Zealand) 粗蛋白質為 25.40%、粗脂肪為 23.80% 及乳糖為 41.80%，每公斤代用乳粉售價為新臺幣 134 元；教槽料乾基 (宜成農產加工廠，苗栗後龍) 粗蛋白質為 19.90%、粗脂肪為 5.90% 及碳水化合物為 58.80% (表 1)。

表 1. 不同離乳策略試驗使用之飼料原料營養成分

Table 1. Analyzed nutrition compositions used in different weaning strategy

Analyzed items	Milk replacer	Bermuda grass hay	Starter
DM, %	99.00	88.00	90.00
Crude protein, %	25.40	13.67	19.90
Crude fat, %	23.80	2.54	5.90
ADF, %	—	24.51	—
NDF, %	—	52.90	—
Carbohydrate <sup>1</sup> , %	49.52	—	58.80
Lactose, %	41.80	—	—
GE <sup>2</sup> , Mcal/kg	5.28	—	4.13

<sup>1</sup> Carbohydrate (%) = 100 % – moisture % – ash % – fat % – protein %.

<sup>2</sup> GE: gross energy.



- (iv) 母仔牛血液樣品採集：於上午約 7:30 時進行血液樣品採集，此時母仔牛已至少空腹 12 小時以上，自仔牛頸靜脈採血約 5 毫升，採集時間自出生至 10 週齡為止，每週採 1 次。血液樣品採集後，以離心機 (Hettich® Universal 320R) 在  $1,500 \times g$ 、 $4^{\circ}\text{C}$ 、15 分鐘離心，取上層血清存放於  $-20^{\circ}\text{C}$ 。以血液生化分析儀 (Fuji NX-500, Japan) 檢測葡萄糖 (glucose, GLU, mg/dL)、麩胺酸草乙酸轉胺酶 (glutamic oxaloacetic transaminase, GOT, U/L)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvic transaminase, GPT, U/L)、三酸甘油酯 (triglycerides, TG, mg/dL)、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN, mg/dL)、鈉 (sodium, Na, mg/dL)、鉀 (potassium, K, mg/dL) 及氯 (chloride, Cl, mg/dL) 等。

### III. 統計分析

試驗所得數值資料，利用 SAS 套裝軟體 (SAS, 2002)，以一般線性模式程序 (general linear model, GLM) 分析，若達 5% 顯著差異水準，再以最小平方均值 (least square means) 比較各週齡處理組間的差異性。

## 結果與討論

以北美而言，仔牛餵飼乳量在離乳前約為體重之 8% – 15% (Vasseur *et al.*, 2010)。仔牛 3 週齡前之能量主要來自於牛乳，且教槽料的攝取量會受到餵飼乳量多寡而影響，高牛乳餵飼量會增加仔牛生長但卻會減少教槽料的攝取量，因此採用 10 日作為漸進式離乳方式可獲得最佳體增重 (Sweeney *et al.*, 2010)。一次性離乳方式會導致仔牛出現饑餓或互相吸吮乳頭的行為發生 (Nielsen *et al.*, 2008)，漸進式的離乳方式不僅可減少離乳緊迫，也可促進教槽料的攝食量，改善生長停滯 (Khan *et al.*, 2007a)。本試驗對照組母仔牛餵飼代乳量約為體重之 10%，而處理組 1 及處理組 2 則約為體重之 20%；離乳時間則分為 7 週齡及 10 週齡，採離乳日齡前 10 日開始進行漸進式離乳方式。試驗過程中母仔牛之體重變化，如圖 1 所示。三組母仔牛出生平均體重為 36.3 公斤，且三組母仔牛之平均體重皆隨週齡增加而顯著上升 ( $P < 0.05$ )。其中，8 – 10 週齡時處理組 2 之母仔牛平均體重顯著高於對照組及處理組 1 ( $P < 0.05$ )，說明延後離乳至 10 週齡其母仔牛體重表現會最佳。王 (2011) 以全乳進行公母各 8 頭荷蘭種仔牛生長試驗結果顯示，全乳營養成分為乳脂肪平均 3.81%、乳蛋白質平均 3.17% 及乳糖平均 4.69%，仔牛出生平均體重為 40.4 公斤，且平均體重隨週齡增加而逐漸上升，於 4 週齡離乳後至 8 週齡之平均體重為 65.1 公斤。本試驗之母仔牛出生平均體重略較王 (2011) 試驗使用之仔牛群低，主要由於仔牛性別的差異所造成，但本試驗母仔牛 8 週齡平均體重卻較高，可能與本試驗代用乳所含之營養成分及餵飼量較高有關。本試驗對照組與處理組 1 之母仔牛，於 8 週齡離乳後體重分別為 73.3 公斤與 74.8 公斤，兩組間並無顯著差異，但未離乳之處理組 2 母仔牛於 8 週齡時體重則為 82.6 公斤顯著高於其他兩組 ( $P < 0.05$ )，說明即使採漸進式離乳方式，母仔牛在離乳時仍會受到緊迫而造成體重下降 (表 2)。相關研究也指出，高牛乳餵飼量在離乳時相較於低牛乳餵飼量，其仔牛離乳緊迫較大 (Miller-Cushon and DeVries, 2015)。Khan *et al.* (2007a) 試驗使用牛乳，此牛乳中脂肪、蛋白質及乳糖含量分別為 3.80%、3.39% 及 4.70%，母仔牛出生後每日餵飼體重 20% 牛乳，至 30 日齡起採體重 10% 餵飼量之母仔牛，其平均體重顯著高於全期每日餵飼體重 10% 牛乳之母仔牛，且於 7 週齡離乳時，兩處理組間之母仔牛平均體重差異 14.5 公斤。本試驗雖然參考上述離乳策略，但對照組與處理組 1 間的代用乳餵飼量不同，卻未造成兩組母仔牛於 7 週齡離乳時體重之差異 (67.9 vs. 68.3 kg)，可能與本試驗使用營養成分較高，且將漸進式離乳時間延後至 39 日齡開始有關。其中，對照組與處理組 1 母仔牛於 7 週齡完全離乳起之體重變化，可以發現處理組 1 相較於對照組其母仔牛體重之標準偏差較大，是否可能與上述文獻提到之高牛乳餵飼量在離乳時相較於低牛乳餵飼量，其仔牛離乳緊迫較大有關，需在進一步了解。

依據 NRC (2001) 資料顯示，仔牛離乳前平均日增重達 0.7 公斤以上即表示其營養符合生長需求；又根據 Soberon *et al.* (2012) 研究報告，調查美國商業牧場內 623 頭仔牛離乳前平均日增重為 0.66 公斤，且每增加 1 公斤離乳前平均日增重，可提高其未來在第一胎次產乳量約 1,114 公斤。本試驗三組母仔牛離乳前之平均日增重分別為 0.77、0.78 及 0.95 公斤 (表 3)，優於上述試驗結果，說明三組母仔牛雖以不同離乳策略進行試驗，但離乳前之營養供應量符合其生長需求。其中，對照組與處理組 1 母仔牛每日分別餵飼 4 及 8 公升代用乳，離乳前之代用乳成本分別為新臺幣 3,283 及 6,566 元，但 7 週齡離乳時之平均體重 (67.9 vs. 68.3 kg) 與日增重 (0.77 vs. 0.78 kg) 卻相近，說明以 39 日齡起採漸進式離乳方式至 7 週齡完全離乳，餵飼 4 公升代用乳之母仔牛相較於 8 公升花費較低。處理組 1 及處理組 2 母仔牛每日餵飼相同代用乳量，但離乳時間分別為 7 與 10 週齡，離乳前代用乳成本分別為新臺幣 6,566 及 9,380 元。整體來說，10 週齡離乳之母仔牛代用乳成本較高，但比較 10 週齡時三組之體重可以觀察到處理組 2 母仔牛平均體重為 104 公斤，顯著高於對照組與處理組 1 母仔牛平均體重 ( $P < 0.05$ ) (表 2)。若以增加離乳前

日增重為首要考量，給予母仔牛每日 8 公升代用乳餵飼量並於 10 週齡離乳，可獲得較佳之平均離乳體重 (104 kg) 及離乳前日增重 (0.95 kg)。每增加 1 公斤離乳前平均日增重，可提高其未來在第一胎次產乳量約 1,114 公斤 (Soberon *et al.*, 2012)。處理組 2 相較於處理組 1 在代用乳成本部分，增加新臺幣 2,814 元，但以上述研究做為公式計算處理組 2 之母仔牛於第一胎次產乳量將較處理組 1 提高約 189 公斤，換算約新臺幣 4,914 元 (乳價平均以新臺幣 26 元計算)，本試驗雖未將教槽料、百慕達乾草及勞動力成本考量進去，但略可說明母仔牛離乳前的策略優劣攸關酪農未來收益。

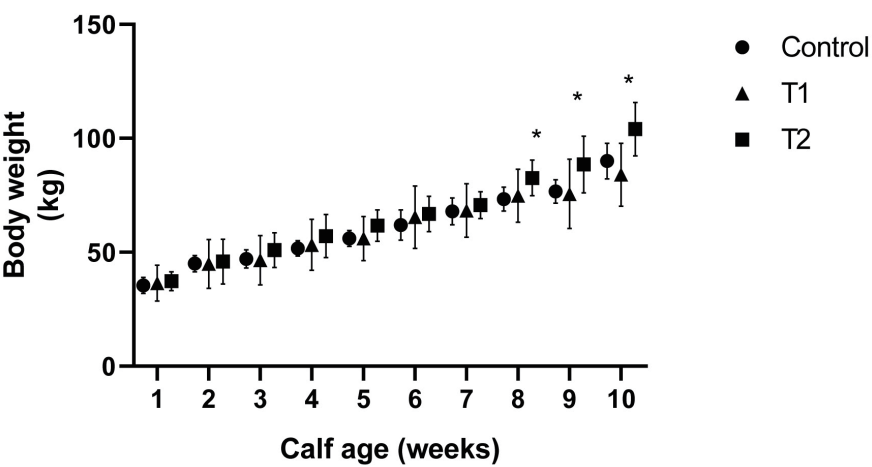


圖 1. 不同離乳策略試驗三組母仔牛每週平均體重之變化（平均值±標準差）。  
Fig. 1. Average body weight for three group female calves at every weeks of the experiment (mean ± SD).

表 2. 不同離乳策略試驗三組母仔牛出生、離乳時及離乳後平均體重及血中葡萄糖濃度變化  
Table 2. Average body weight and blood glucose concentration for three group female calves at birth, weaning and post-weaning of the experiment

Item	Treatment			SEM	P
	Control	T1	T2		
Milk replacer, (L/day/cow)	4	8	8		
Weaning days	49	49	70		
Body weight (kg)					
At birth	35.4	36.4	37.3	5.5	0.73
At 8 weeks	73.3 <sup>b</sup>	74.8 <sup>b</sup>	82.6 <sup>a</sup>	8.57	0.04
At 10 weeks	90.0 <sup>b</sup>	84.0 <sup>b</sup>	104.0 <sup>a</sup>	10.3	0.01
Glucose, mg/dL					
At birth	162	193	163	58	0.36
At 7 weeks	95.6	95.4	112.3	22.7	0.15
At 10 weeks+	97.7	93.3	96.1	18.8	0.95

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts within rows differ (P < 0.05).

表 3. 不同離乳策略試驗三組母仔牛離乳前平均日增重與代用乳成本  
Table 3. Average daily weight gain and milk replacer cost for three group female calves before weaning of the experiment

Item	Treatment		
	Control	T1	T2
Daily weight gain (kg/d)	0.77	0.78	0.95
Milk replacer cost (NTD)	3,583	6,566	9,380

血液成分之變化可反映出生物體之代謝情況，血液成分會因為家畜罹患疾病或營養失衡時產生明顯變化，因此



常被用來作為臨床上疾病診斷或健康評估之參考 (白等, 1996)。仔牛出生至離乳前以牛乳為營養來源, 血中 GLU 及 TG 之濃度會較離乳後高, 但隨著仔牛瘤胃功能發育逐漸成熟, 其會增加揮發性脂肪酸的產生及吸收, 轉為以此作為能量利用之主要來源 (Stanley *et al.*, 2002)。三組母仔牛每週血中平均 GLU 濃度如圖 2 所示, 三組之間並無顯著差異, 另三組母仔牛血中 GLU 濃度皆隨著週齡的增加而有下降且持穩的趨勢, 且各週齡間有顯著差異 ( $P < 0.05$ )。Khan *et al.* (2007a) 試驗結果顯示, 血中 GLU 濃度隨仔牛年齡增加而顯著下降 ( $P < 0.01$ ), 而 1 週齡時每日餵飼 8 公升與 4 公升牛乳之仔牛血中 GLU 濃度分別為 87.3 與 82.4 mg/dL; 離乳後 7 週齡時每日餵飼 8 公升與 4 公升牛乳之仔牛血中 GLU 濃度分別為 69.5 與 79.2 mg/dL, 且有顯著差異。本試驗對照組、處理組 1 及處理組 2 之母仔牛於 1 週齡時之平均血中 GLU 濃度分別為 156、172 及 135 mg/dL; 對照組及處理組 1 之母仔牛於離乳後 7 週齡時之血中 GLU 濃度分別為 100 及 107 mg/dL, 處理組 2 之母仔牛於離乳後 10 週齡之血中 GLU 濃度則為 106 mg/dL (表 2)。整體而言, 本試驗三組之母仔牛各週齡平均血中 GLU 濃度皆高於上述之試驗結果, 可能與試驗選擇之營養來源以代乳取代牛乳有關。

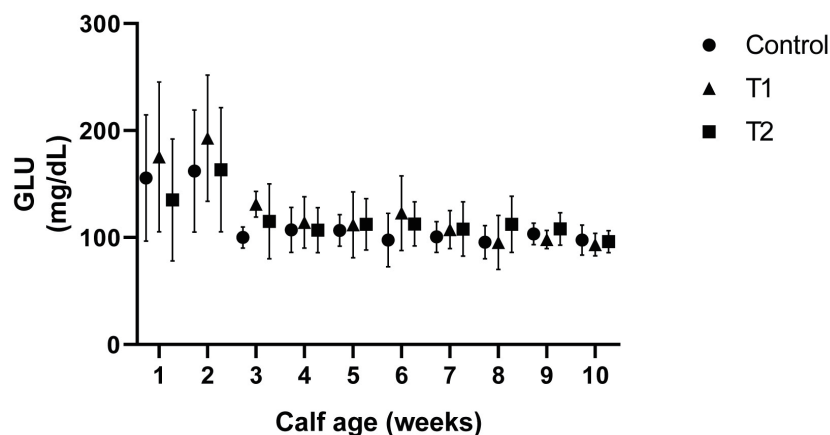


圖 2. 不同離乳策略試驗三組母仔牛每週血中平均葡萄糖濃度之變化 (平均值  $\pm$  標準差)。

Fig. 2. Average glucose concentrate for three group female calves at every weeks of the experiment (mean  $\pm$  SD).

三組母仔牛各週齡血液參數值濃度之變化, 如表 4 所示。三組母仔牛各週齡血中 BUN 濃度間並無差異, 各組血中 BUN 濃度隨母仔牛週齡增加有上升趨勢, 且不同週齡各組血中 BUN 濃度間有顯著差異 ( $P < 0.01$ ), 但處理組與週齡間並無交互作用。7 週齡時, 對照組、處理組 1 及處理組 2 母仔牛血中 BUN 濃度分別為 11.0 mg/dL、10.5 mg/dL 及 8.6 mg/dL, 三組間並無差異, 但對照組與處理組 1 之血中 BUN 濃度略高於處理組 2。仔牛於涼熱兩季之週平均精料採食量 (風乾基), 於 3 週齡時平均每日每頭精料採食量約為 0.27 公斤, 5 週齡時平均每日每頭精料採食量約為 0.67 公斤 (李等, 2000)。仔牛 10 日齡時教槽料採食量幾乎為零, 至 30 日齡時為 0.35 公斤, 仔牛對於教槽料及乾草的採食量自 3 週齡後才有明顯增加。隨著仔牛對牛乳攝取量減少與教槽料及乾草的攝食量增加, 使其初期營養代謝開始轉換, 此時血中之  $\beta$ - 羥基丁酸 ( $\beta$ -ketone) 及 BUN 濃度會逐漸增加, 而 GLU 及游離脂肪酸濃度則會逐漸下降 (Khan *et al.*, 2007b)。本試驗對照組與處理組 1 母仔牛自 39 日齡起, 逐漸減少代乳餵飼量並於 7 週齡離乳, 過程中雖未記錄教槽料及乾草採食量, 但推測與上述試驗結果相似, 由於代乳餵飼量的減少, 教槽料及乾草採食量增加, 因此相較處理組 2 仍維持 8 公升代乳餵飼量之母仔牛血中 BUN 濃度較高。

能量充裕的狀況之下, TG 貯存於肝臟、乳腺與脂肪細胞中, 但當能量供應為負平衡時, 如饑餓狀態時貯存之 TG 則會被分解成為脂肪酸及甘油, 供組織所需使用 (白等, 1996)。三組母仔牛各週齡血中 TG 濃度間並無差異, 不同週齡各組血中 TG 濃度間有顯著差異 ( $P < 0.01$ ), 但處理組與週齡間並無交互作用。Khan *et al.* (2007a) 試驗結果指出, 30 日齡前餵飼母仔牛兩倍牛乳量之處理組, 其血中 TG 濃度會顯著較對照組高 ( $P < 0.05$ )。30 日齡時每日餵飼 8 公升與 4 公升牛乳之母仔牛血中 TG 濃度分別為 34.6 與 31.6 mg/dL; 離乳後 50 日齡時每日餵飼 8 公升與 4 公升牛乳之母仔牛血中 TG 濃度分別為 27.7 與 28.8 mg/dL。本試驗各組母仔牛於 7 週齡離乳時其血中 TG 濃度皆較上述結果低。王 (2011) 試驗結果顯示, 仔牛出生時血中 TG 濃度為 14.2 mg/dL 為最低, 其後至 3 日齡呈現遞增趨勢至 79.1 mg/dL 最高值後遞減。仔牛出生至 8 週齡間, 血中 TG 濃度範圍為 14.2 – 79.1 mg/dL。1 週齡、2 週齡、4 週齡、6 週齡與 8 週齡時, 仔牛血中平均 TG 濃度分別為 65.8、53.7、20.9、12.6 及 16.3 mg/dL。上述試驗結果中除離乳後之 6 週齡與 8 週齡濃度與本試驗對照組與處理組 1 數值接近外, 其餘離乳前血中 TG 濃度皆較本試驗高, 是否與不同離乳策略試驗設計有關, 還需要進一步探討。而隨著仔牛瘤胃功能逐漸成熟, 其會增加揮發性脂肪酸的產生及吸收, 並以此作為能量之主要來源, 因此整體而言血中 TG 之濃度會較離乳前低 (Stanley *et al.*, 2002)。

表 4. 不同離乳策略試驗三組母仔牛每週血液參數值之變化  
Table 4. Average blood parameters for three group female calves at every weeks of the experiment

Item	Treatment	Calf age, weeks										Fixed value, P			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SEM	Treatment	Time	Treatment × time
GLU,mg/dL	Control	156	162	100	107	107	97	100	96	103	113	9.04	0.12	0.01	0.35
	T1	175	193	131	114	112	123	107	95	98	93				
	T2	135	163	115	107	112	112	107	112	108	106				
TG, mg/dL	Control	38.6	14.5	10.2	11.6	14.6	19.2	20.5	15.8	24.2	19.7	3.27	0.76	< 0.01	0.06
	T1	34.3	18.5	24.5	19.1	14.8	13.2	19.8	14.3	11.5	19.5				
	T2	34.3	18.2	9.80	13.1	14.4	8.78	8.91	13.2	11.5	13.7				
BUN, mg/dL	Control	4.8	8.2	7.9	5.8	8.4	9.5	11.0	12.7	11.4	13.7	1.17	0.11	< 0.01	0.87
	T1	5.6	8.4	8.2	8.7	9.9	15.9	10.5	11.6	10.3	10.6				
	T2	5.6	7.2	7.7	8.2	8.8	7.8	8.6	9.3	16.3	12.3				
GOT, U/L	Control	34.9	40.3	43.7	47.0	53.6	53.0	56.8	53.3	61.4	64.2	4.89	0.30	< 0.01	0.45
	T1	32.6	76.1	44.8	45.2	48.9	55.3	57.7	63.9	83.0	57.3				
	T2	39.8	41.7	44.9	42.9	47.8	49.2	56.3	59.6	58.3	58.1				
Normal range		78-132													
GPT, U/L	Control	10.2	11.2	9.70	11.0	12.9	13.8	15.2	17.3	18.4	19.0	0.99	0.99	< 0.01	0.35
	T1	9.30	15.2	10.1	10.8	11.0	11.8	13.9	15.4	23.8	16.0				
	T2	14.7	11.8	9.9	9.8	11.8	11.2	13.2	13.3	15.1	16.1				
Normal range		11-40													

GLU (glucose), GOT (glutamic oxaloacetic transaminase), GPT (glutamic pyruvic transaminase), TG (triglycerides), BUN (blood urea nitrogen).



牛之血中 GOT 及 GPT 濃度範圍分別介於 78 – 132 U/L 及 11 – 40 U/L；GPT 之活性以肝臟中最高，腎臟及肌肉次之，當動物罹患疾病時血液中之 GPT 活性會增加，但不同動物間差異大 (Kaneko *et al.*, 1997)。仔牛血中 GOT 濃度自第 1 週齡為 26.9 U/L 增加至第 6 週齡為 57.38 U/L；GPT 濃度在第 1 週齡至第 6 週齡則介於 6.13 – 13.13 U/L 間 (王, 2011)。GOT 及 GPT 濃度在仔牛出生 6 日齡內，會隨著日齡增加而上升 (Kurz *et al.*, 1991)。本試驗母仔牛血中 GOT 及 GPT 濃度，如表 4 所示。三組母仔牛各週齡血中 GOT 及 GPT 濃度之間並無差異，且各週齡間有顯著差異 ( $P < 0.01$ )，但處理組與週齡間並無交互作用。對照組、處理組 1 及處理組 2 母仔牛於 10 週齡內之 GOT 濃度範圍分別為 34.9 – 64.2 U/L、32.6 – 83.0 U/L 及 39.8 – 59.6 U/L；且 GPT 濃度範圍分別為 10.2 – 19.0 U/L、9.3 – 23.8 U/L 及 11.2 – 16.1 U/L。由三組母仔牛每週血中 GOT 及 GPT 濃度結果可得知，試驗過程中母仔牛的健康無虞，且母仔牛並不會因為代用乳餵飼量多寡或離乳日齡之差異造成血中 GOT 及 GPT 濃度異常。

母仔牛血中鈉、鉀及氯離子濃度，如表 5 所示。三組母仔牛各週齡血中鈉、鉀及氯離子濃度之間並無差異，但鈉及氯離子濃度有略隨週齡增加而上升的趨勢，而鉀離子則在第 1 週齡及第 2 週齡間略有變化，其他週齡則趨於穩定。依據白等 (1996) 分析國內家畜血液生化值資料顯示，牛之血中鈉離子濃度範圍介於 134 – 148 mg/dL；鉀離子濃度範圍介於 3.4 – 5.7 mg/dL；氯離子濃度範圍介於 91 – 114 mg/dL。Kaneko *et al.* (1997) 調查美、日及澳等地區家畜血液生化值結果顯示，牛之血中鈉離子濃度範圍介於 132 – 152 mg/dL；鉀離子濃度範圍介於 3.9 – 5.8 mg/dL；氯離子濃度範圍介於 97 – 111 mg/dL。本試驗三組母仔牛各週齡血中鈉、鉀及氯離子濃度與國內外試驗之數值結果範圍相近，說明不同離乳策略對母仔牛血中電解質平衡並無影響，且皆於正常範圍數值之間。鈉離子為血中含量最多的陽離子，具有中和尿液及維持血中 pH 值之功能。鉀離子為細胞內含量最豐富之陽離子，多數動物細胞內外之鉀離子濃度相似；血及組織液等細胞外液中之鉀離子與神經及肌肉之功能有關。氯離子為細胞外液的主要離子之一，其濃度常隨其他電解質濃度之變化而改變，以維持體液中電解質之電荷平衡。仔牛血中鈉、鉀及氯離子濃度與仔牛餵飼之牛乳量差異間並無顯著相關 (Garthwaite *et al.*, 1994)，與本試驗結果相似。

## 結 論

不同代用乳餵飼量及離乳時間對母仔牛各週齡間血液中之 GLU、BUN、TG、GOT 及 GPT 濃度並無影響，但不同週齡時各組血中 GLU、BUN、TG、GOT 及 GPT 濃度間有顯著差異 ( $P < 0.01$ )，說明母仔牛在離乳前後其能量利用來源轉換，且會造成酵素活性的改變。而各處理組母仔牛血液中鈉、鉀及氯離子濃度則呈現穩定。以 7 週齡離乳作為策略時，以 4 公升代用乳餵飼量較符合經濟效益，且可達到相同之平均離乳體重及日增重；但給予母仔牛每日 8 公升代用乳餵飼量並於 10 週齡離乳，可獲得較佳之平均離乳體重及離乳前日增重。

## 誌 謝

試驗期間感謝畜產試驗所新竹分所賴潘有恩小姐與湯盛光先生協助母仔牛飼養管理及宋春蓮與邱怡萍小姐協助樣品分析及資料整理。

## 參考文獻

- 王傑典。2011。荷蘭犢牛自出生至 8 週齡期間之體重與血液參數變化。國立中興大學動物科學系碩士論文，臺中市。
- 白火城、黃森源、林仁壽。1996。家畜臨床血液生化學。立宇出版社，臺南市。
- 李春芳、蘇安國、陳茂墻。1980。乳牛平衡日糧手冊第一章第五節。行政院農業委員會，臺北市。
- 李國華、陳志毅、陳茂墻。2000。哺乳期荷蘭仔牛補充水分效益之評估。畜產研究 33：292-302。
- 宋永義。2006。新編乳牛學。華香園出版社，臺北市，第 574-582 頁。
- Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis. 17<sup>th</sup> ed. AOAC, Arlington, VA. USA.
- Borderas, T. F., A. M. B. de Passillé and J. Rushen. 2009. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. J. Dairy Sci. 92: 2843-2852.
- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. Vet. Clin. N. Amer. Food Anim. 24: 55-86.

- Garthwaite, B. D., J. K. Drackley, G. C. McCoy and E. H. Jaster. 1994. Whole milk and oral rehydration solution for calves with diarrhea of spontaneous origin. *J. Dairy Sci.* 77: 835-843.
- Jasper, J. and D. M. Weary. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85: 3054-3058.
- Kurz, M. M. and L. B. Willett. 1991. Carbohydrate, enzyme, and hematology dynamics in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 74: 2109-2118.
- Kaneko, J. J., J. W. Harvey and M. L. Bruss. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5<sup>th</sup> ed. Academic Press. San Diego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo and Toronto.
- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, K. S. Ki, J. K. Ha, H. G. Lee and Y. J. Choi. 2007a. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90: 876-885.
- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, K. S. Ki, T. Y. Hur, G. H. Suh, S. J. Kang and Y. J. Choi. 2007b. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90: 3376-3387.
- Kertz, A. F., T. M. Hill, J. D. Quigley III, A. J. Heinrichs, J. G. Linn and J. K. Drackley. 2017. A 100 -Year Review: Calf nutrition and management. *J. Dairy Sci.* 100: 10151-10172.
- Miller-Cushon, E. K. and T. J. DeVries. 2015. Invited review: Development and expression of dairy calf feeding behaviour. *Can. J. Anim. Sci.* 95: 1-10.
- NRC (National Research Council). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academies Press, Washington, DC. USA. 5: 43-85.
- Nielsen, P. P., M. B. Jensen and L. Lidfors. 2008. Milk allowance and weaning method affect the use of a computer controlled milk feeder and the development of cross-sucking in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109: 223-237.
- SAS. 2002. *SAS User's guide: Basics*, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC.
- Stanley, C. C., C. C. Williams, B. F. Jenny, J. M. Fernandez, H. G. Bateman, II, W. Nipper, J. C. Lovejoy, D. T. Gnatt and G. E. Goodlier. 2002. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 85: 2335-2343.
- Sweeney, B. C., J. Rushen, D. M. Weary and A. M. de Passillé. 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93: 148-152.
- Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett and M. E. Van Amburgh. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95: 783-793.
- van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Vasseur, E., F. Borderas, R. I. Cue, D. Lefebvre, D. Pellerin, J. Rushen, K. M. Wade and A. M. de Passillé. 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J. Dairy Sci.* 93: 1307-1315.



# Effects of different weaning strategies on the body weight and blood parameters of Holstein female calves <sup>(1)</sup>

Szu-Han Wang <sup>(2) (4)</sup> Chun-Ta Chang <sup>(3)</sup> and Jen-wen Shiau <sup>(2)</sup>

Received: Feb.14, 2020; Accepted: Aug. 24, 2020

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of different weaning strategies on the body weight and blood parameters of Holstein female calves. The 30 female calves were divided into three treatment groups, the control (milk replacer 4 L per day from birth to 39 d and gradually reduced until weaning on 49 d), T1 (milk replacer 8 L per day from birth to 39 d and gradually reduced until weaning on 49 d), and T2 (milk replacer 8 L per day from birth to 60 d and gradually reduced until weaning on 70 d). The average weight of calves in the T2 on 8, 9 and 10 weeks were significantly ( $P < 0.05$ ) higher than that of control and T1. Nonetheless, the weight of female calves in the three groups at other weekly age did not show significant difference. The concentrations of GLU and TG in blood decreased gradually as the calves aged. In contrast, the concentrations of BUN, GOT and GPT in blood were increased as the calves aged. Blood Na, K, and Cl in the blood were all in normal concentration ranges regardless the treatment groups between three groups. The average daily weight gain was 0.77, 0.78 and 0.95 kg and the cost of milk replacer until weaning was 3,583, 6,566 and 9,380 NTD for the control, T1, and T2, respectively. The daily intake of milk replacer and the time of weaning have influences on average body weight at weaning and cost of milk replacer until weaning, but not on biochemical parameters in the blood.

Key words: Weaning strategy, Female calf, Body weight, Blood parameters.

---

(1) Contribution No. 2649 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

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

# The effect of source and level of dietary fiber on growth performance, backfat thickness and blood profiles of Lanyu pigs <sup>(1)</sup>

Herng-Fu Lee <sup>(2)(4)</sup> and Fang-Chuei Liu <sup>(3)</sup>

Received: Apr. 9, 2020; Accepted: Sep. 11, 2020

## Abstract

The purpose of this experiment was to study the effect of source and level of dietary fiber on growth performance, backfat thickness and blood profiles of Lanyu pig. A total of 24 Lanyu pigs (initially 9 kg body weight and 11 weeks of age), half castrated and half female, were randomly assigned to three treatments and provided diets: 1) USDA 1160 diet referred to the United States miniature pig formula (USDA 1160) containing 5% alfalfa; 2) WB 10 diet containing 10% wheat bran (WB) and 3) WB 20 diet containing 20% wheat bran, for 12-week feeding trial. The trial incorporated protein and digestion design, with the three groups having the crude fiber content of USDA 1160, WB 10 and WB 20 as 3.56, 3.23 and 3.95%, respectively. All the pigs were weighed every three weeks for the measurement of growth performance. At the initiation, the sixth week and the 12<sup>th</sup> week -end of the experiment, backfat thickness and blood biochemical parameters were measured. Results showed that there was no difference on growth performance and increment of backfat thickness amongst treatments. For the blood profiles, pigs in the WB 20 group had higher ( $P < 0.05$ ) creatinine and lower ( $P < 0.05$ ) triglyceride (TG) than the USDA 1160 group at the end of the experiment. In addition, pigs in the WB 10 group also had lower ( $P < 0.05$ ) TG than the USDA 1160 group at the end of the experiment. Total protein (TP), blood urine nitrogen (BUN), glucose and cholesterol were not different amongst treatments. In summary, Lanyu pigs fed diet with 10 or 20% wheat bran could maintain normal growth without over deposition of backfat, which indicated wheat bran could be a fiber source for Lanyu pigs.

Key words: Backfat thickness, Crude fiber, Growth performance, Lanyu pigs.

---

(1) Contribution No. 2650 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

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

## Introduction

The selection of miniature pigs is mainly used for biomedical research. Such pigs should be smaller size, slower growth rate and less body fat. Lanyu pig is the native small-ear miniature pig, which has been bred and selected by Taitung Animal Propagation Station and accredited by the Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care in 1999 and is available as biomedical research animals (Wu *et al.*, 2017). Lanyu pig, fed with commercial diet, was for meat production. That resulted in a fatty status in terms of thicker backfat (Lee *et al.*, 2003). Previous studies are shown that the more dietary crude protein level the Lanyu pigs fed, the higher growth performance (Chen *et al.*, 2017; Liu and Lin, 2019) and thicker backfat deposition (Lee *et al.*, 2003). Since the biomedical characteristic and nutrition requirement of miniature pigs are different from the commercial pigs which are for meat production. Therefore, the nutrient requirement for miniature pigs is necessary to be established.

Studies revealed that it is not necessary to supply a high concentrate of nutrients in terms of lysine, crude protein and metabolizable energy for Lanyu pigs between 8 and 25 kg live weight (Liao and Liu, 2016; Chen *et al.*, 2017; Liu and Lin, 2019). Fiber is used for the dilution of energy in pig diet (Jarrett and Ashworth, 2018). The utilization efficiency of dietary crude fiber varied between breed of pigs (Lee, 2006) and the type of fiber from cereal grain (Gunness *et al.*, 2016). The addition of fiber results in a decrease in total energy intake which might decrease the deposition of body fat (Gunness *et al.*, 2016). An early study carried out by Lee *et al.* (2003) found that fed Lanyu pigs between 30 and 50 kg live weight with 1 kg of feed and fresh Napiergrass (*Pennisetum purpureum*) *ad libitum* achieved the same growth and feed utilization efficiency compared with their counterparts fed the feed *ad libitum*. The finding indicated that the Lanyu pigs could utilize rough feed such as high fiber diet.

The USDA 1160 feed formula is used for miniature pigs and has been found suitable for Lanyu pigs (Liu and Lin, 2019). The formula of USDA 1160 feed contains 5% alfalfa meal (Bhathena *et al.*, 1996), in which the crude fiber, acid detergent fiber and neutral detergent fiber of alfalfa meal are 27.4, 30.6 and 37.1%, respectively. Besides, wheat bran is the by-product of wheat processing to make flour. The crude fiber, acid detergent fiber and neutral detergent fiber of wheat bran are 9.1, 12.0 and 38.4%, respectively (Livestock Research Institute, 2011). As the utilization of nutrient would be affected by either the source or the form of crude fiber (Shi and Noblet, 1993; Dégen *et al.*, 2007; Wilfart *et al.*, 2007), therefore, the purpose of this study was to study the effect of dietary fiber sources (i.e., alfalfa and wheat bran) and levels on growth performance, backfat thickness and blood profiles of Lanyu pigs.

## Materials and Methods

Animals used in this study and the procedures were according to the Guide for Care and Use of Agricultural Animal of Livestock Research Institute, Council of Agriculture (Affidavit of Approval of Animal Use Protocol no. 107-34).

### I. Experimental diet

The experimental diets were formulated with corn-soybean meal and two sources of crude fiber based on iso-crude protein (CP), lysine and iso-digestible energy (DE) basis. The USDA 1160 group was formulated and referred to the American miniature pig formula (USDA 1160), containing 5% alfalfa meal (Bhathena *et al.*, 1996). The other two diets contained 10 or 20% WB, which was represented by WB 10 and WB 20, respectively. Feed composition and the nutrient values were listed in Table 1.

### II. Animals and experiment design

The BW of Lanyu pigs used in this study was approximately 9 kg and the age was approximately 11 weeks (WK-0) at the initiation of the study. The experiment was a completely randomized design. A total of 24 Lanyu pigs, half castrated male and half female, from Taitung Animal Propagation Station were assigned into three treatments with four replicates. Each replicate (pen) raised one castrated male and one female pig which were balanced for initial BW. The pigs were raised in wired-floor pens of 1.26 x 1.05 m at conventional open pig house.

The experiment was carried out when the pigs were from 11 to 23 weeks old of age and from 9 to 24 kg live weight.

All the pigs were weighed at the initiation, every three weeks, and the end of this experiment. Feed was provided daily according to the live weight of pigs by the recommendation of Lorentsen (2011). Each pig was provided diet 450, 500, 550, and 600 g daily at the start of experiment (WK-0) to WK-3, WK-4 to WK-6, WK-7 to WK-9 and WK-10 to WK-12, respectively. The water was provided *ad libitum* throughout the experiment. Feed intake of the pen was recorded every three weeks and the growth performance in terms of average daily weight gain, average feed intake and feed efficiency was calculated. At the initiation, sixth week (WK-6) and end of the experiment (WK-12), the backfat thickness of pigs were taken at the first rib, last rib and last lumbar by A-mode ultrasonic instrument (The PREG-ALERT PRO®, USA). Besides, the blood samples were collected from jugular vein for blood profiles analysis including total protein (TP), blood urea nitrogen (BUN), creatinine, glucose, triglyceride (TG) and cholesterol, and immunoglobulin (Ig) contents including Ig A, Ig G and Ig M.

Table 1. The compositions of experimental diets

Ingredients, %	Treatment <sup>§</sup>		
	USDA 1160	WB 10	WB 20
Yellow corn, ground	73.90	68.80	58.80
Soybean meal, 43% CP	17.90	17.50	15.20
Alfalfa meal	5.00	—	—
Wheat bran	—	10.00	20.00
Limestone, pulverized	0.35	0.35	0.35
Dicalcium phosphate	2.10	2.10	2.10
Salt	0.50	0.50	0.50
Soybean oil	—	0.50	2.80
Vitamin premix <sup>a</sup>	0.10	0.10	0.10
Mineral premix <sup>b</sup>	0.15	0.15	0.15
Total	100.00	100.00	100.00
Calculated values			
Crude protein, %	14.58	14.51	14.50
Lysine, %	0.74	0.74	0.71
Crude fiber, %	3.53	3.16	3.76
ADF <sup>c</sup> , %	4.19	3.73	4.58
NDF <sup>c</sup> , %	9.27	10.84	13.69
DE, kcal/kg	3,218	3,214	3,206
Analyzed values			
Crude protein, %	14.28	14.43	14.50
Lysine, %	0.75	0.73	0.76
Crude fiber, %	3.56	3.23	3.95

<sup>§</sup> USDA 1160 referred to the American miniature pig formula (USDA 1160); WB 10 and WB 20 contained 10 and 20% wheat bran, respectively.

<sup>a</sup> Vitamin premix provided per kilogram of diet: Vitamin A, 6,000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 400 IU; Vitamin E, 40 IU; Vitamin K, 2 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 2 mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 6 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 3 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.03 mg; Niacin, 30 mg; Pantothenic acid, 30 mg; Folic acid, 0.6 mg; and Biotin, 0.2 mg.

<sup>b</sup> Mineral premix provided per kilogram of diet: Fe, 80 ppm; Cu, 5 ppm; Mn, 6 ppm; Zn, 45 ppm; I, 0.2 ppm; Se, 0.1 ppm; and Co, 0.35 ppm.

<sup>c</sup> ADF: acid detergent fiber; NDF: neutral detergent fiber.

### III. Statistical analysis

Data were subjected to statistical analysis in a randomized complete block design using the General Linear Model procedures (SAS, 2008) and the significant differences among treatments were detected by Tukey's Multiple Range



Test. Variability in the data is expressed as the standard error (SE) and probability level of  $p < 0.05$  was considered to be statistically significant.

## Results and Discussions

### I. Growth performance and the change of backfat thickness

There were no difference on growth performance and the change of backfat thickness of Lanyu pigs amongst treatments (Table 2). From the growth curve of Lanyu pigs in present study, it indicated that Lanyu pigs fed 10 or 20% dietary wheat bran performed similar growth to those fed 5% dietary alfalfa (USDA 1160) (Fig. 1).

Growth of pigs is influenced by genotype, environment and feeds (Bastianelli and Sauvant, 1997). Previous study showed that Lanyu pigs fed diet with 16% crude protein had higher weight gain and feed efficiency than pigs fed diet with 13% crude protein (Chen *et al.*, 2017). Liu and Lin (2019) also found that Lanyu pigs fed with USDA 1160 feed (14.4% CP, 0.77% lysine) and increased 10% nutrient concentration of USDA 1160 feed (15.7% CP, 0.87% lysine) had higher weight gain than the pigs fed with diet decreased 10% nutrient concentration of USDA 1160 feed (13.1% CP, 0.67% lysine). However, regarding biomedical purpose, the feeding of laboratory pigs needs to maintain the health and physical condition and avoids rapid growth and excessive accumulation of body fat. Indeed, Liu and Lin (2019) found that Lanyu pigs for biomedical use between 8 and 25 kg live weight, could be fed with USDA 1160 diet or even decreased 10% nutrient concentration of USDA 1160 feed. That would meet the nutrients requirement for normal growth. The dietary crude protein and lysine were 14.4 and 0.77%, respectively (Liu and Lin, 2019). The dietary crude protein and lysine in present study were around 14.4 and 0.75%, respectively, which is close to the level of USDA 1160 feed (Liu and Lin, 2019).

Table 2. Effects of dietary crude fiber on growth performance and backfat thickness of Lanyu pigs

Items	Treatment <sup>§</sup>		
	USDA 1160	WB 10	WB 20
No. of pigs	8	8	8
Initial BW, kg	9.13 ± 0.43	9.19 ± 0.40	9.19 ± 0.40
BW at WK-12, kg	24.55 ± 1.15	23.69 ± 1.08	23.60 ± 1.08
Daily WG, kg	0.184 ± 0.012	0.173 ± 0.011	0.172 ± 0.011
Daily feed intake, kg	0.520 ± 0.004	0.517 ± 0.004	0.515 ± 0.004
Feed efficiency, G/F	0.349 ± 0.006	0.334 ± 0.005	0.333 ± 0.005
Backfat thickness (three point average), mm			
Initial	7.57 ± 0.36	7.29 ± 0.34	7.25 ± 0.34
WK-12	13.24 ± 0.63	13.50 ± 0.59	13.46 ± 0.59
Increment	5.67 ± 0.50	0.21 ± 0.47	6.21 ± 0.47

<sup>§</sup> USDA 1160 referred to the American miniature pig formula (USDA 1160); WB 10 and WB 20 contained 10 and 20% wheat bran in diet, respectively. No significant difference was found amongst treatments ( $P > 0.05$ ).  
BW, body weight; WG, weight gain.

In present study, the increment of the backfat thickness ranged from 5.67 to 6.21 mm, and the changes in the three groups were similar. The backfat thickness in present study was dramatically lower than the finding of 33.4 mm by Lee *et al.* (2003), in which the Lanyu pigs fed with commercial diet containing 17.5% crude protein that is 20.7% higher than the dietary protein in present study. The different results of backfat parameters between Lee *et al.* (2003) and the present study might be due to the dietary protein level. One of the functions of fiber is dilution of energy in pig diet (Jarrett and Ashworth, 2018). The addition of fiber results in a decrease in total energy intake. Though the crude fiber content of WB 20 and WB 10 was 11% higher and 9% lower than that of USDA 1160, respectively in present study, the DE content was equal amongst treatments. The energy intake would not be different amongst treatments due to the daily intake was not

different significantly. In addition, the main fiber source of USDA 1160 came from alfalfa while the main crude fiber of WB 10 and WB 20 came from wheat bran. Fiber from different cereal grain could affect the nutrient digestibility and metabolism (Dégen *et al.*, 2007) and hence affect the body composition of pigs. The backfat parameters in the present study showed that the backfat thickness was neither affected by the content nor the source of crude fiber mainly due to the equal DE level amongst treatments. Therefore, the Lanyu pigs could consume about 4% crude fiber and the dietary fiber from either alfalfa or wheat bran did not increase backfat accumulation.

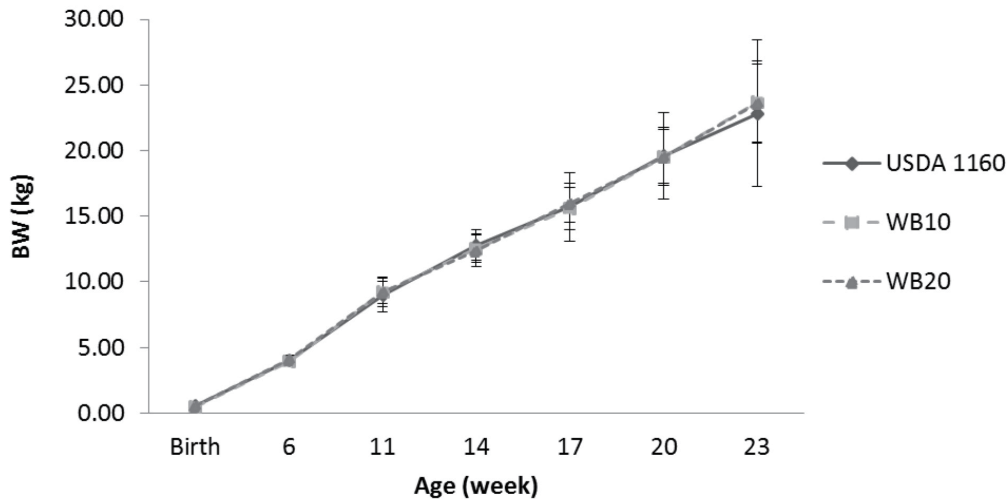


Fig. 1. Growth curve of Lanyu pigs from birth to 23 weeks of age.

Experiment started at 11 weeks old for 12 weeks. Data was shown as mean  $\pm$  sd. USDA 1160 referred to the American miniature pig formula (USDA 1160); WB 10 and WB 20 contained 10 and 20% wheat bran in diet, respectively. No significant difference was found amongst treatments ( $P > 0.05$ ).

From the result of growth and backfat thickness, Lanyu pigs fed 10 or 20% dietary wheat bran were able to grow slower compared with the pigs fed the high nutrient commercial feed (Lee *et al.*, 2003). Fortin and Elliot (1985) demonstrated that there is a strong correlation between backfat thickness and the fatty status of pigs. A reduction in backfat thickness was accompanied by a decrease in the fat content of the subcutaneous fat depot and to a lesser extent of the perinephric-retroperitoneal fat depot (Fortin and Elliot, 1985). Furthermore, Lanyu pigs fed diet with 10 or 20% wheat bran would not accelerate the accumulation of backfat, which implied the body condition might not be too fatty. This finding is important, from biomedical application point of view; un-fatty pigs would be beneficial to the manipulation of experiment, particularly for the surgical operation. Based on the finding of Chen *et al.* (2017), Liu and Lin (2019) and the present study, 14% dietary crude protein and 0.7% lysine can meet the requirement and 10 or 20% dietary wheat bran could be suitable for Lanyu pigs under 25 kg of live weight.

## II. Blood biochemical parameters

The effects of fiber on blood biochemical parameters of Lanyu pigs are shown in Table 3. The pigs in WB 20 group had significantly ( $P < 0.05$ ) higher creatinine than USDA 1160 group at WK-12. The WB 20 group had significantly lower triglyceride than USDA 1160 group ( $P < 0.05$ ) at WK-6 and WK-12, while WB 10 group also had significantly lower triglyceride than USDA 1160 group ( $P < 0.05$ ) at WK-12 of the experiment.

Previous reports have provided the hematological and blood biochemical parameters of Lanyu pig (Wu and Chang, 2018a, b; Liu and Lin, 2019). Such parameters are important references for biomedical research. However, the blood biochemical parameters might be affected by diet and age of animals. The blood biochemical values in present study were similar to the finding by Liu and Lin (2019) with the exception of TG. The averaged triglyceride in present study was lower than the finding by Liu and Lin (2019). There was no extra addition of oil to diet in Liu and Lin (2019). By contrast, soybean oil was added to WB 10 and WB 20 diets in present study. The different result of blood triglyceride between present study and Liu and Lin (2019) might be due to the reduction of fat digestibility by wheat bran. Consequently the lower fat digestibility resulted in lower blood TG. Reduction in lipid digestibility has been reported to be dependent on the type of fiber (Shi and Noblet, 1993; Dégen *et al.*, 2007; Wilfart *et al.*, 2007). Wilfart *et al.* (2007)

also found that growing pigs fed cereal-based diets containing 20% or 40% wheat bran decreased lipid digestibility. The WB 10 and WB 20 groups kept similar TG level during the 12 weeks feeding trial and had lower plasma triglyceride implied wheat bran affected the fat metabolism. The lower blood triglyceride concentration indicated the reduced/delayed digestion and absorption of fat and hence caused less backfat thickness accumulation as a result.

Table 3. Effects of dietary crude fiber on blood biochemical parameters of Lanyu pigs

Items	Treatment <sup>§</sup>			P-value
	USDA 1160	WB 10	WB 20	
No. of pigs	8	8	8	
Total protein, g/dL				
Initial	6.08 ± 0.24	6.28 ± 0.24	6.23 ± 0.24	NS
WK-6	6.81 ± 0.17	6.88 ± 0.16	6.95 ± 0.16	NS
WK-12	7.47 ± 0.26	7.20 ± 0.24	7.45 ± 0.24	NS
BUN, mg/dL				
Initial	9.50 ± 0.55	9.71 ± 0.55	9.38 ± 0.55	NS
WK-6	8.89 ± 0.99	8.74 ± 0.93	8.71 ± 0.93	NS
WK-12	9.89 ± 1.00	8.73 ± 0.94	11.44 ± 0.94	NS
Creatinine, mg/dL				
Initial	1.23 ± 0.05	1.29 ± 0.05	1.35 ± 0.05	NS
WK-6	1.47 ± 0.06	1.55 ± 0.06	1.54 ± 0.06	NS
WK-12	1.49 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.61 ± 0.07 <sup>ab</sup>	1.70 ± 0.07 <sup>a</sup>	*
Glucose, mg/dL				
Initial	102.5 ± 5.7	107.5 ± 5.7	94.0 ± 0.7	NS
WK-6	124.7 ± 11.8	150.8 ± 11.0	126.3 ± 11.0	NS
WK-12	125.7 ± 10.7	122.9 ± 10.0	132.9 ± 10.0	NS
Triglyceride, mg/dL				
Initial	28.13 ± 2.97	27.25 ± 2.97	25.00 ± 2.97	NS
WK-6	28.86 ± 2.08 <sup>a</sup>	26.25 ± 1.95 <sup>ab</sup>	20.63 ± 1.95 <sup>b</sup>	*
WK-12	48.86 ± 6.52 <sup>a</sup>	28.75 ± 6.10 <sup>b</sup>	28.25 ± 6.10 <sup>b</sup>	*
Cholesterol, mg/dL				
Initial	86.50 ± 3.37	90.25 ± 3.37	90.38 ± 3.37	NS
WK-6	93.57 ± 3.05	97.38 ± 2.86	93.13 ± 2.86	NS
WK-12	86.57 ± 4.12	96.13 ± 3.86	89.25 ± 3.86	NS

<sup>§</sup> USDA 1160 referred to the American miniature pig formula (USDA 1160); WB 10 and WB 20 contained 10% and 20% wheat bran in diet, respectively.

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

The significant higher creatinine in both wheat bran groups indicated that the metabolism of protein affected by wheat bran might be different from the effect of alfalfa. In terms of energy metabolism, growth-finishing pigs fed a lower-energy diet caused higher levels of creatinine in the blood due to decomposition of muscle protein (Hong *et al.*, 2016). Though the DE level in present study was equal amongst treatments, the dietary NDF level in WB 20 was higher than USDA 1160 (Table 1). Schulze *et al.* (1994) demonstrated that an increase in the dietary fiber content in terms of NDF leads to a decreased apparent ileal protein digestibility. As the protein digestibility might be decreased by wheat bran in present study that lead to the decomposition of muscle protein then caused higher blood creatinine.

Wu and Chang (2018b) investigated the blood biochemical parameters at three and six months old of Lanyu pigs. The content of TP, BUN and creatinine in both ages were similar to the results of present study. However, the blood glucose of Lanyu pigs at 3 months old was lower than the value at WK-6, which aged about 17 weeks old of the pigs in

present study, but similar to the ones at WK-12, which aged about 23 weeks old. The blood glucose of Lanyu pigs at 6 months old in the study of Wu and Chang (2018b) was also lower than the value of the pigs in present study. In addition, the TG and cholesterol of Lanyu pigs at 3 months old in the study of Wu and Chang (2018b) was similar to the pigs in present study, while both were higher at the age of 6 months old than those in present study. Compared with the blood biochemical parameters of Göttingen minipigs investigated by Ellegaard Göttingen Minipigs (2020), Lanyu pigs in present study had higher blood glucose, TP, BUN and creatinine and lower TG and cholesterol than Göttingen minipigs. The difference of blood biochemical parameters amongst Wu and Chang (2018b), Ellegaard Göttingen Minipigs (2020) and the results in present study indicated that the blood biochemical parameters are affected by age (Humann-Ziehank and Ganter, 2012).

### III. Blood immunoglobulins

The blood IgG, IgM and IgA of Lanyu pigs ranged 7.2 ~ 16.0, 2.5 ~ 5.3 and 0.7 ~ 1.3 mg/mL, respectively and no significant difference was observed amongst treatments (Table 4). Immunoglobulins are the antibody formed when white blood cells are exposed to an antigen and could be the indicator of health status (Le Dividich and Herpin, 2005). Immunoglobulins might be affected by diet, feeding condition, seasons and stressor in environment (Chu and Song, 2013). Chu and Song (2013) demonstrated that IgM was the first antibody formed when white blood cells were initially exposed to an antigen. When exposed to an antigen for a second time, the pigs build very high levels of antibodies, mostly in the class of IgG. White blood cells switch from synthesizing IgM to IgG after continued antigen exposure. Serum IgG is the major constituent of blood immunoglobulin and plays a major role in defending against antigens. Bode *et al.* (2010) reviewed the serum IgG, IgM and IgA of minipigs ranged 17 ~ 29, 1.0 ~ 5.0 and 0.5 ~ 5.0 mg/mL, respectively while the serum IgG, IgM and IgA of man ranged 8 ~ 16, 0.5 ~ 2.0 and 1.5 ~ 4.0 mg/mL, respectively. The blood IgG, IgM and IgA of Lanyu pigs in present study were similar to the investigation of minipigs by Bode *et al.* (2010) which indicated that the health status of both studies was similar. In addition, concentration of serum IgG increased over time as the immune system matures (Chu and Song, 2013). The IgG level of Lanyu pigs across the three treatments in present study also consistently increased over time from 11 to 23 weeks old of age.

Table 4. Effects of dietary crude fiber on blood immunoglobulin of Lanyu pigs

Items	Treatment <sup>§</sup>		
	USDA 1160	WB 10	WB 20
No. of pigs	8	8	8
IgG, mg/mL			
Initial	7.32 ± 0.84	7.39 ± 0.84	7.15 ± 0.84
WK-6	11.44 ± 0.93	12.54 ± 0.87	11.92 ± 0.87
WK-12	14.05 ± 1.65	13.88 ± 1.54	16.04 ± 1.54
IgM, mg/mL			
Initial	2.50 ± 0.15	2.50 ± 0.15	2.57 ± 0.15
WK-6	2.85 ± 0.42	3.17 ± 0.39	3.82 ± 0.39
WK-12	5.26 ± 0.91	2.94 ± 0.85	3.63 ± 0.85
IgA, mg/mL			
Initial	0.75 ± 0.15	0.80 ± 0.15	0.74 ± 0.15
WK-6	1.17 ± 0.16	1.23 ± 0.15	1.29 ± 0.15
WK-12	1.28 ± 0.18	1.00 ± 0.14	0.99 ± 0.14

<sup>§</sup> USDA 1160 referred to the American miniature pig formula (USDA 1160); WB 10 and WB 20 contained 10 and 20% wheat bran in diet, respectively. No significant difference was found amongst treatments ( $P > 0.05$ ).

Regarding of the effect of diet on immunoglobulin, the concentration of blood IgA, IgG and IgM in gestating and lactating sows was not affected by the amount of dietary protein intake (Haye *et al.*, 1981). Cuaron *et al.* (1984) demonstrated that the amount of blood immunoglobulin might be derived from the dietary limiting amino acids rather



than the amount of dietary protein intake. The first-limiting amino acid is the essential amino acid that first becomes deficient in the diet. Lysine is typically the first-limiting amino acid in pig diets. In previous studies, Chen *et al.* (2017), and Liu and Lin (2019) demonstrated that 14% dietary crude protein and 0.7% dietary lysine would meet the requirement of Lanyu pigs under 25 kg of live weight. In present study, the dietary crude protein and lysine level was 14% and 0.75%, respectively across the three treatment diets. As no differences were observed in feed intake amongst treatments, which meant the intake of lysine was not different.

Beside the effect of dietary protein, the main effect of dietary fiber is on the intestinal microbiota, intestinal health, digestive tract and nutrient digestibility (Jarrett and Ashworth, 2018), but not on blood immunoglobulins (Yan *et al.*, 2017; Fan *et al.*, 2020). Yan *et al.* (2017) found that the blood IgA and IgG in weaning pigs were not affected by dietary fiber in terms of sugar beet pulp. Fan *et al.* (2020) also found that serum immunoglobulins did not change with increasing levels of dietary crude fiber in terms of defatted rice bran. The results in present study also showed that neither sources nor levels of dietary fiber had effects on blood immunoglobulins.

## Conclusions

The results in present experiment showed that the USDA 1160 diet is suitable for Lanyu pigs and diet containing 10 or 20% wheat bran could maintain normal growth and less accumulation of backfat of Lanyu pigs between 9 and 24 kg live weight. In conclusion, wheat bran could be a fiber source of ingredient for Lanyu pigs.

## Acknowledgements

The authors are grateful to the contribution of Ms T. C. Yang, Mr. S. C. Yen, Ms. S. M. Chen and Mr. J. L. Kang from Nutrition Division, LRI-COA for the care of the animal and the technical assistance.

## References

- Bastianelli, D. and D. Sauvant. 1997. Modelling the mechanisms of pig growth. *Livest. Prod. Sci.* 51: 97-107.
- Bhathena, S. J., E. Berlin and W. A. Johnson. 1996. The Minipig as a Model for the Study of Aging in Humans. In: M. E. Tumbleson and L. B. Schook (eds), *Advances in Swine in Biomedical Research*. Springer, Boston, MA. p. 571-580.
- Bode, G., P. Clausing, F. Gervais, J. Loegsted, J. Luft, V. Nogues and J. Sims. 2010. The utility of the minipig as an animal model in regulatory toxicology. *J. Pharmacol. Toxicol. Methods.* 62: 196-220.
- Chen, L. C., L. W. Yang, M. H. Huang, H. P. Chu and C. W. Liao. 2017. Effect of dietary crude protein and metabolizable energy on growth performance and backfat thickness of Lanyu miniature pigs during cool and hot seasons. *J. Taiwan Livestock Res.* 50(1): 45-51. (*in Chinese*)
- Chu, G. M. and Y. M. Song. 2013. Growth performance, blood characteristics and immune responses of fattening pigs in different seasons. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 8: 691-702.
- Cuaron, J. A., R. P. Chapple and R. A. Easter. 1984. Effect of Lysine and threonine supplementation of sorghum gestation diets on nitrogen balance and plasma constituents in first-litter gilts. *J. Anim. Sci.* 58: 631-637.
- Dégen, L., V. Halas and L. Babinszky. 2007. Effect of dietary fibre on protein and fat digestibility and its consequences on diet formulation for growing and fattening pigs: A review. *Acta Agr. Scand. Sect. A-Anim. Sci.* 57: 1-9.
- Ellegaard Göttingen Minipigs. 2020. Clinical Chemistry-Background data-7 weeks, 3 and 6 months. [https://minipigs.dk/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/Clinical\\_chemistry\\_Background\\_data.pdf](https://minipigs.dk/fileadmin/_migrated/content_uploads/Clinical_chemistry_Background_data.pdf).
- Fan, L., R. Huang, C. Wu, Y. Cao T. Du, G. Pu, H. Wang, W. Zhou, P. Li and S. W. Kim. 2020. Defatted rice bran supplementation in diets of finishing pigs: effects on physiological, intestinal barrier, and oxidative stress parameters. *Animals.* 10: 449. doi:10.3390/ani10030449.
- Fortin, A. and J. I. Elliot. 1985. Relationships between backfat thickness and chemical composition of the body and

- components of swine. *J. Anim. Sci.* 61: 158-164.
- Gunness, P., B. A. Williams, W. J. Gerrits, A. R. Bird, O. Kravchuk and M. J. Gidley. 2016. Circulating triglycerides and bile acids are reduced by a soluble wheat arabinoxylan via modulation of bile concentration and lipid digestion rates in a pig model. *Mol. Nutr. Food Res.* 60: 642-651.
- Haye, S. N., E. T. Kornegay and D. C. Mahan. 1981. Antibody response and serum protein and immunoglobulin concentrations in pigs from sows fed different protein sequences during gestation and lactation. *J. Anim. Sci.* 53: 1262-1268.
- Hong, J. S., G. I. Lee, X. H. Jin and Y. Y. Kim. 2016. Effect of dietary energy levels and phase feeding by protein levels on growth performance, blood profiles and carcass characteristics in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci. Technol.* 58: 37-47.
- Humann-Ziehank, E. and M. Ganter. 2012. Pre-analytical factors affecting the results of laboratory blood analyses in farm animal veterinary diagnostics. *Animal* 6: 1115-23.
- Jarrett, S. and C. J. Ashworth. 2018. The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 9: 59. DOI: 10.1186/s40104-018-0270-0.
- Le Dividich, J. and P. Herpin. 2005. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. *J. Agri. Sci.* 143: 469-485.
- Lee, C. Y. 2006. The effects of crude fiber on hog. *Feed and Nutrition Magazine.* 12: 73-91. (*in Chinese*)
- Lee, C. J., C. W. Liao, J. C. Huang, Y. Y. Tseng, H. P. Chu, W. C. Chen and L. C. Cheng. 2003. The effects of feed and Napiergrass intake on growth performance and carcass characteristics of Lanyu pigs. *J. Taiwan Livestock Res.* 36(2): 157-164. (*in Chinese*)
- Liao, C. W. and F. C. Liu. 2016. Establishment of minipigs nutrition requirement and feed supply system. Final report at the technology project final review meeting in year 105. Livestock Research Institute, Council of Agriculture. (*in Chinese*)
- Liu, F. C. and Y. C. Lin. 2019. Effect of different dietary crude protein on gain weight and blood chemistry of Lanyu Minipigs. *J. Taiwan Livestock Res.* 52(2): 66-71. (*in Chinese*)
- Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan. 2011. Tables of feed compositions. 3rd ed. Technical Bulletin of Livestock Research Institute. No. 147. (*in Chinese*)
- Loretsen, H. 2011. Animal Welfare of the Göttingen Minipig. <http://minipigs.dk/fileadmin/filer/Education>.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS User's guide: Ver. 6.2. SAS Institute, Inc. Cary. NC. USA.
- Schulze, H., P. van Leeuwen, M. W. Verstegen, J. Huisman, W. B. Souffrant and F. Ahrens. 1994. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. *J. Anim. Sci.* 72: 2362-2368.
- Shi, X. S. and J. Noblet. 1993. Contribution of the hindgut to digestion of diets in growing pigs and adult sows: Effect of diet composition. *Livest. Prod. Sci.* 34: 237-252.
- Wilfart, A., L. Montagne, H. Simmins, J. Noblet and J. van Milgen, 2007. Digesta transit in different segments of the gastrointestinal tract of pigs as affected by insoluble fibre supplied by wheat bran. *Br. J. Nutr.* 98: 54-62.
- Wu, S. Y. and C. C. Chang. 2018a. Determination of hematological parameters in miniature pigs. *J. Taiwan Livestock Res.* 51(1): 1-7. (*in Chinese*)
- Wu, S. Y. and C. C. Chang. 2018b. Analysis of blood biochemical parameters in Lanyu pigs. *J. Taiwan Livestock Res.* 51(3): 157-165. (*in Chinese*)
- Wu, S. Y., H. P. Chu, Y. S. Cheng and C. C. Chang. 2017. The sales survey of minipig for biomedical research. *J. Taiwan Livestock Res.* 50(4): 288-293. (*in Chinese*)
- Yan, C. L., H. S. Kim, J. S. Hong, J. H. Lee, Y. G. Han, Y. H. Jin, S. W. Son, S. H. Ha and Y. Y. Kim. 2017. Effect of dietary sugar beet pulp supplementation on growth performance, nutrient digestibility, fecal microflora, blood profiles and diarrhea incidence in weaning pigs. *J. Anim. Sci. Technol.* 59: 18. <https://doi.org/10.1186/s40781-017-0142-8>.

# 飼糧中粗纖維來源及含量對蘭嶼豬生長性能、 背脂厚度及血液生化值之影響<sup>(1)</sup>

李恒夫<sup>(2)(4)</sup> 劉芳爵<sup>(3)</sup>

收件日期：109 年 4 月 9 日；接受日期：109 年 9 月 11 日

## 摘 要

本試驗旨在探討飼糧中粗纖維來源及含量對蘭嶼豬生長、背脂厚度堆積及血液生化值之影響。試驗採用 24 頭公母各半之平均 11 週齡、體重 9 公斤蘭嶼豬，逢機分至 3 組進行 12 週飼養試驗，第一組為 USDA 1160，其飼糧參照美國小型豬配方組成 (USDA 1160)，含 5% 苜蓿；第 2 組及第 3 組分別含 10% 麩皮之 WB 10 組飼糧及含 20% 麩皮之 WB 20 組飼糧。試驗飼糧均採等蛋白質及等消化能設計，三組飼糧粗纖維含量分別為 3.56、3.23 及 3.95%。試驗期間每三週測定豬隻生長性能，於試驗開始日、試驗第 6 週及第 12 週結束時測定背脂厚度及血液生化值。試驗結果顯示，蘭嶼豬於體重 9 至 24 公斤之間之生長性能及背脂厚度變化量，三組間差異不顯著。血液生化值方面，WB 20 組於試驗結束日之肌酸酐高於 USDA 1160 組 ( $P < 0.05$ )，但三酸甘油酯低於 USDA 1160 組 ( $P < 0.05$ )，而 WB 10 組於試驗結束時之三酸甘油酯亦低於 USDA 1160 組 ( $P < 0.05$ )。總蛋白質、尿素氮、葡萄糖及膽固醇，各組間差異不顯著。綜合上述，飼糧中含 10 或 20% 麩皮可維持蘭嶼豬的生長，且不會過度累積背脂，因此麩皮可作為蘭嶼豬飼糧纖維來源之原料選擇。

關鍵詞：背脂厚度、粗纖維、生長性能、蘭嶼豬。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2650 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

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

# 荷蘭泌乳牛於不同免疫適期施打不活化牛流行熱疫苗 對抗體力價之影響<sup>(1)</sup>

陳一明<sup>(2)</sup> 陳怡璇<sup>(2)</sup> 李國華<sup>(2)</sup> 涂柏安<sup>(2)(3)</sup>

收件日期：109 年 4 月 21 日；接受日期：109 年 9 月 21 日

## 摘 要

牛流行熱 (Bovine Ephemeral Fever, BEF) 是牛隻重要的病毒性疾病，我國在防治 BEF 策略上廣泛使用不活化疫苗，以提升整體牛群於年度易感期之疫苗保護力。本試驗以不同疫苗株之不活化疫苗進行荷蘭牛 1 年 2 次 (A 組) 或 1 年 3 次 (B 組) 之免疫施打次數，並採集血清監測牛隻牛流行熱病毒 (BEF virus, BEFV) 中和抗體力價、分析施打前後中和抗體力價上升倍數、無反應牛及弱反應牛之比例，進行免疫適期的評估，以達維護牛群健康及減少疫病發生率。結果顯示，牛隻施打不同 BEFV 疫苗株後對各階段之抗體力價無顯著影響。分析牛隻施打疫苗前後中和抗體上升倍數，顯示 A 組於第一劑疫苗施打後 3 個月、6 個月及第二劑疫苗施打後 6 個月，其抗體較施打前分別上升 2.48、2.68 及 1.37 倍；而 B 組於第一劑疫苗後 4 個月、第二劑疫苗施打後 4 個月及第三劑疫苗施打後 4 個月，抗體較施打前分別上升 4.22、3.96 及 1.87 倍；B 組於不同階段之抗體上升倍數皆大於 A 組 ( $P < 0.05$ )。本試驗顯示每年實施 3 次 BEF 不活化疫苗較 2 次者可得到更高的中和抗體力價保護效果，預期可以提昇泌乳牛的使用年限及生產性能並減少經濟損失，並可作為規劃 BEF 疫苗免疫計畫之參考依據。落實仔牛於 4 至 6 月齡時完成 2 劑 BEF 疫苗 (間隔 4 週) 之基礎免疫，其後至少每 6 個月 (北半球於 3 月及 8 月) 補強施打 1 劑疫苗，若需確保年度牛隻具有高抗體保護力價則建議應每 4 個月補強施打 1 劑，即每年施打 3 次不活化疫苗為佳。

關鍵詞：牛流行熱、免疫適期、抗體力價。

## 緒 言

牛流行熱 (Bovine Ephemeral Fever, BEF) 為發生於牛及水牛的重要病毒性疾病，通常好發於熱帶及亞熱帶的亞洲、非洲、中東、澳洲及東南亞國家 (Walker, 2005)。牛流行熱病毒 (BEF virus, BEFV) 屬於 RNA 病毒、具有快速變異的能力 (Lee *et al.*, 2012)。目前 BEF 疫苗分為減毒及不活化疫苗，減毒疫苗可提供更長時間的免疫保護力 (Tzipori and Spradbrow, 1973; Tzipori and Spradbrow, 1978; Vanselow *et al.*, 1995)，但不活化疫苗則較為安全，較無發生疫苗施打後毒性恢復及臨床感染症狀的可能 (Della-Porta and Snowdon, 1979; Aziz-Boaron *et al.*, 2013)。

臺灣本土 BEF 曾經於 1967、1984、1989、1996、1999 和 2001 年爆發過 6 次大流行，由於氣候變遷熱季提早來臨及雨季延長，爆發流行的時間間距縮短且流行期有延長的趨勢 (丁, 2013)。發病牛隻會有精神沉鬱、呼吸急促、喘息或發燒 (輕微至  $41 - 42^{\circ}\text{C}$ )，可能伴隨流涎現象、口鼻分泌物增加與泌乳量下降，有些病牛可見肌肉震顫、僵直，病牛因關節疼痛而跛行或躺臥不起 (Nandi and Negi, 1999)；嚴重牛隻可見瀰漫性肺氣腫，最後因心肺功能衰竭死亡 (George, 1985)。部分酪農反應施打 BEF 疫苗之保護效力不佳，文獻指出影響免疫效力的原因包括：疫苗保存方式不當、未按照期程施打、遺漏仔牛免疫計畫及未注重環境消毒及生物安全 (謝等, 2005)。目前現場一般免疫計畫為小牛滿 4 - 6 月齡開始施行第 1 劑疫苗施打後，間隔約 4 週後補強施打第 2 劑為基礎免疫。完成基礎免疫的牛隻，每年 3 月及 8 月各補強施打 1 劑，每年合計施打 2 劑疫苗。BEF 雖好發於夏、秋季節，但由於臺灣的氣候條件對蚊蟲媒介的根除不容易，隨著牛群抗體的消長，需完整的免疫方能防治週期性的爆發。

疫苗施打期程應符合臺灣 BEF 流行季節之有效保護力，因此本試驗以採集血清監測牛隻 BEF 中和抗體力價、施打前後中和抗體力價上升倍數及無反應牛之比例，進行免疫適期的評估，以達維護牛群健康及減少疫病發生率。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2651 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

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



## 材料與方法

本研究涉及之動物試驗於新竹分所執行，動物之使用、飼養及實驗內容皆依據新竹分所實驗動物照護與使用委員會批准之文件與試驗準則進行。

### I. 試驗動物及不活化 BEF 疫苗

本試驗使用甲及乙牌 BEF 不活化疫苗，評估不同廠牌疫苗株是否影響牛隻免疫反應。甲牌 BEF 不活化疫苗為以本土 BEFV 增殖於組織培養細胞，經不活化後與水質鋁膠佐劑混合製成，不活化前含有病毒力價達每劑量 (3 mL)  $10^{6.48}$  TCID<sub>50</sub> (tissue culture infectious dose, TCID<sub>50</sub>)。乙牌 BEF 不活化疫苗採用雙相油質佐劑，不活化前含有病毒力價達每劑  $10^{6.48}$  TCID<sub>50</sub> (3 mL) 含 BEFV Tn73 株  $10^8$  TCID<sub>50</sub> 及 BEFV Tn88128 株不活化病毒抗原  $10^8$  TCID<sub>50</sub>。本試驗隨機挑選 60 頭泌乳牛分成 A 與 B 組，每組 30 頭。A 組為 11 頭為初產牛，19 頭為經產牛；B 組為 12 頭初產牛，18 頭為經產牛。A 組牛隻皆於 2018 年 2 月進行第 1 次疫苗施打，於 2018 年 8 月進行第 2 次疫苗施打，一年施打 2 劑；其中 15 頭牛隻施打甲牌 BEF 不活化疫苗，另外 15 頭牛隻施打乙牌 BEF 不活化疫苗。B 組 30 頭牛隻皆於 2018 年 2、6、10 月進行疫苗施打，一年施打 3 劑；其中 15 頭牛隻施打甲牌 BEF 不活化疫苗，另外 15 頭牛隻施打乙牌 BEF 不活化疫苗。

### II. 血清中和抗體力價測定

第 1 次疫苗施打前先利用抗凝管採血，離心後取上清液之血清分析抗體力價，作為牛隻施打疫苗前之抗體力價。疫苗施打後，A 組於第 1 次施打後 3 個月、6 個月及第 2 次施打後 6 個月進行採血；B 組於第 1 次施打後 4 個月、第 2 次施打後 4 個月及第 3 次施打後 4 個月進行採血，並分析中和抗體力價，以備後續評估體內中和抗體消長。中和抗體力價分析係以 96 孔滅菌微量培養盤，取不活化處理的血清，以無菌培養液從 2 倍稀釋至 1,024 倍，每個稀釋倍數至少做 2 孔，每孔 0.05 mL。每孔皆加入 0.05 mL 含有  $10^2$  TCID<sub>50</sub> BEF 疫苗株病毒。將培養盤置於 34°C 1 小時。每孔加入  $3 \times 10^4$  BHK-21 細胞 / 0.1 mL 的細胞懸浮液 0.1 mL。將培養盤置於 34°C 5% CO<sub>2</sub> 培養箱 3 至 5 天，由細胞產生之細胞病變 (CPE)，評估其中和抗體力價 (丁，2013)。

### III. 免疫後抗體力價消長及免疫前後上升倍數統計分析

各試驗處理組之血清中和抗體力價以幾何平均計算，使用統計分析軟體 (SAS, 2014) 中一般線性模式 (General Linear Model, GLM) 分析；複因子設計中固定因子僅包含不同免疫適期 (A 組一年施打 2 劑、B 組一年施打 3 劑) 及不同疫苗株 (甲牌及乙牌)，以最小平方均值法 (Least squares means, LSMEANS) 進行比較，以  $P < 0.05$  表示具有顯著差異。因預備試驗顯示此二因子交感效應並未達顯著，因此，後續分析並未納入交感效應。若牛隻施打前後 BEFV 抗體力價上升倍數為 1 倍者定義為無反應牛，若施打前後上升倍數  $< 8$  倍者則定義為弱反應牛 (Aziz-Boaron *et al.*, 2014)，採用 z-test for two proportions / Two-tailed test 檢定， $P < 0.05$  為顯著差異。

## 結 果

### I. 施打疫苗後中和抗體力價變化情形

施打疫苗前之 BEFV 抗體力價分別為 1 : 209 (甲牌 A 組， $CI_{95\%} = 133 - 285$ )、1 : 100 (甲牌 B 組， $CI_{95\%} = 21 - 179$ )、1 : 168 (乙牌 A 組， $CI_{95\%} = 82 - 253$ ) 及 1 : 156 (乙牌 B 組， $CI_{95\%} = 79 - 232$ )；施打第一劑疫苗 BEFV 血清中和抗體力價為 3 個月後 1 : 466 (甲牌 A 組， $CI_{95\%} = 255 - 678$ ) 及 1 : 570 (乙牌 A 組， $CI_{95\%} = 247 - 893$ )、4 個月後 1 : 380 (甲牌 B 組， $CI_{95\%} = 116 - 644$ ) 及 1 : 419 (乙牌 B 組， $CI_{95\%} = 200 - 639$ )；施打第一劑疫苗 BEFV 血清中和抗體力價 6 個月後 1 : 437 (甲牌 A 組， $CI_{95\%} = 170 - 703$ ) 及 1 : 521 (乙牌 A 組， $CI_{95\%} = 108 - 934$ )、施打第二劑疫苗 BEFV 血清中和抗體力價 4 個月後 1 : 356 (甲牌 B 組， $CI_{95\%} = 100 - 612$ ) 及 1 : 544 (乙牌 B 組， $CI_{95\%} = 297 - 790$ )；施打第二劑疫苗 BEFV 血清中和抗體力價 6 個月後 1 : 427 (甲牌 A 組， $CI_{95\%} = 174 - 679$ ) 及 1 : 205 (乙牌 A 組， $CI_{95\%} = 137 - 549$ )、施打第三劑疫苗 BEFV 血清中和抗體力價 4 個月後 1 : 230 (甲牌 B 組， $CI_{95\%} = 73 - 533$ ) 及 1 : 159 (乙牌 B 組， $CI_{95\%} = 93 - 412$ )；結果顯示，施打不同 BEFV 疫苗株及組別對於牛隻施打後各階段之抗體力價無顯著影響 (表 1)。此外，試驗泌乳牛群中在不同產次間 (初產或經產)，對施打疫苗前後抗體力價上升倍數不顯著。在年齡因子 (3 - 9 歲) 間，亦無顯著差異。

## II. 施打疫苗前後中和抗體上升倍數

計算個別牛隻施打疫苗前後之 BEFV 中和抗體力價上升倍數 (圖 1)，結果顯示 A 組於第一劑疫苗施打後 3 個月、6 個月及第二劑疫苗施打 6 個月後，抗體力價較施打前上升 2.48、2.68 及 1.37 倍；而 B 組於第一劑疫苗施打後 4 個月、第二劑疫苗施打後 4 個月及第三劑疫苗施打 4 個月後，抗體力價較施打前上升 4.22、3.96 及 1.87 倍；B 組於不同階段之抗體力價上升倍數皆顯著大於 A 組 ( $P < 0.05$ )。若個別計算牛隻施打疫苗前後之 BEFV 中和抗體力價上升倍數，結果顯示施打甲牌之第一劑疫苗後 3 個月、6 個月及甲牌第二劑疫苗 6 個月後，抗體力價較施打前上升 3.49、3.47 及 1.53 倍；而施打乙牌之第一劑疫苗後 4 個月、乙牌第二劑疫苗後 4 個月及第三劑疫苗 4 個月後，抗體力價較施打前上升 3.21、3.16 及 1.67 倍；顯示施打不同 BEFV 疫苗株之疫苗對於個別牛隻不同階段之抗體上升倍數無顯著影響。結果顯示，比較施打疫苗前後之抗體力價上升倍數，A 組 (98%) 無反應加上弱反應之比例顯著較高於 B 組 (72%) ( $P < 0.01$ )，而無反應之比例 B 組 (31%) 則顯著低於 A 組 (54%) ( $P < 0.05$ )，但弱反應之比例 A 組 (43%) 與 B 組 (41%) 則無顯著差異 (圖 2)。

表 1. 施打甲乙廠牌疫苗不同免疫適期之 BEFV 抗體力價結果

Table 1. The result of 甲 and 乙 brands BEFV antibody titer on different vaccination program

BEFV antibody titer	Group	Before vaccination (2018/2)	3/4 months post 1 <sup>st</sup> vaccination (2018/5/2018/6)	6/4 months post 1 <sup>st</sup> /2 <sup>nd</sup> vaccination (2018/8/2018/10)	6/4 months post 2 <sup>nd</sup> /3 <sup>rd</sup> vaccination (2019/2)
甲 brand	A	1 : 209 (CI <sub>95%</sub> = 133 – 285)	1 : 466 (CI <sub>95%</sub> = 255 – 678)	1 : 437 (CI <sub>95%</sub> = 170 – 703)	1 : 427 (CI <sub>95%</sub> = 174 – 679)
	B	1 : 100 (CI <sub>95%</sub> = 21 – 179)	1 : 380 (CI <sub>95%</sub> = 116 – 644)	1 : 356 (CI <sub>95%</sub> = 100 – 612)	1 : 230 (CI <sub>95%</sub> = 73 – 533)
乙 brand	A	1 : 168 (CI <sub>95%</sub> = 82 – 253)	1 : 570 (CI <sub>95%</sub> = 247 – 893)	1 : 521 (CI <sub>95%</sub> = 108 – 934)	1 : 205 (CI <sub>95%</sub> = 137 – 549)
	B	1 : 156 (CI <sub>95%</sub> = 79 – 232)	1 : 419 (CI <sub>95%</sub> = 200 – 639)	1 : 544 (CI <sub>95%</sub> = 297 – 790)	1 : 159 (CI <sub>95%</sub> = 93 – 412)

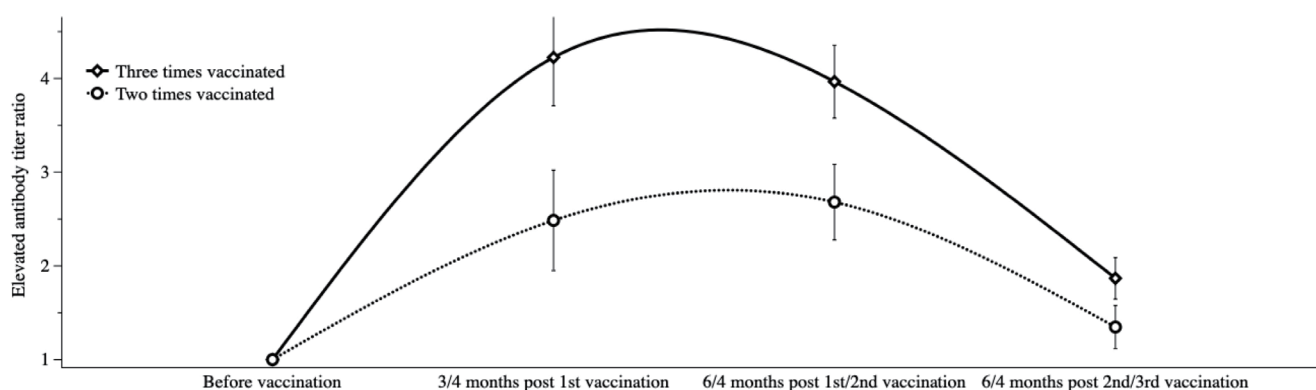


圖 1. 牛流行熱不活化疫苗施打後 4 個不同時間點之血清中和抗體力價上升倍數之平均 ± 標準誤差。A 組：施打前、施打第 1 劑疫苗後 3 個月、6 個月及施打第 2 劑疫苗 6 個月後；B 組：施打前、施打第一劑疫苗後 4 個月、第二劑疫苗後 4 個月及施打第三劑疫苗 4 個月後。\* 表示該時間點 2 處理組間達顯著差異 ( $P < 0.05$ )。

Fig. 1. Elevated BEF virus NA following vaccination with inactivated BEF vaccine on 4 sampling periods: Before vaccination, 3 or 4 months after 1<sup>st</sup> vaccination, 6 or 4 months after 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> vaccination, and 6 or 4 months after 2<sup>nd</sup> or 3<sup>rd</sup> vaccination, in 2 vaccination treatment group: A (two times vaccinated per year) and B (three times vaccinated per year), respectively. \*Significant differences at specific time period ( $P < 0.05$ ).

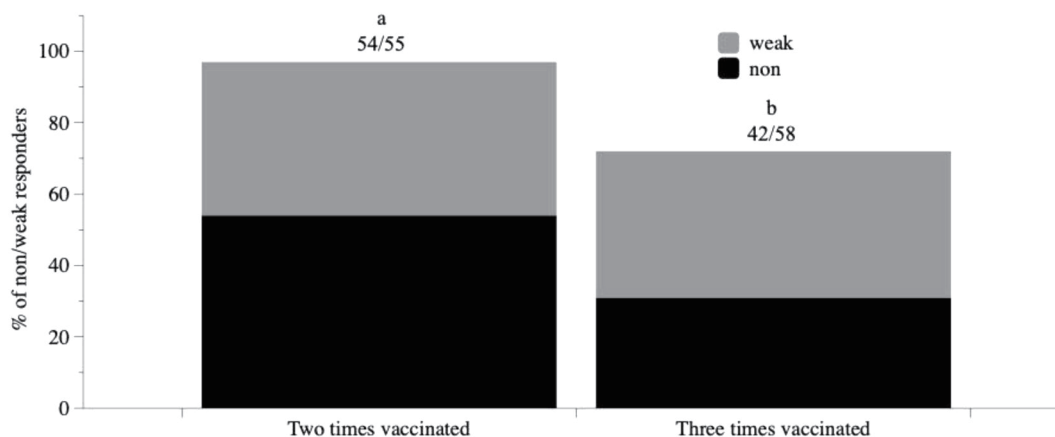


圖 2. 牛流行熱不活化疫苗第 2 劑 (A 組) 或第 3 劑 (B 組) 施打 6 個月 (A 組) 或 4 個月 (B 組) 後之血清中和抗體力價無反應牛 (施打前後上升倍數 1) 及弱反應牛 (施打前後上升倍數 < 8) 之比例。A 組：每年施打疫苗 2 次；B 組：每年施打疫苗 3 次。<sup>a, b</sup> 代表不同處理組間具有顯著差異 ( $P < 0.05$ )。

Fig. 2. Percentage of the non-responding (elevated NA titer = 1) and weakly responding (elevated NA titer < 8) cattle in 2 vaccination treatment groups with an inactivated bovine ephemeral fever vaccine: NA titers were measured 6 or 4 month after 2<sup>nd</sup> or 3<sup>rd</sup> vaccination in 2 vaccination treatment group: A (two times vaccinated per year) and B (three times vaccinated per year), respectively. Different letters represent groups which are statistically different from each other ( $P < 0.05$ ).

## 討 論

本研究探討不同免疫適期之疫苗施打頻率及不同疫苗株對臺灣荷蘭牛 BEF 保護力之影響。若根據前人研究結果，血清中和抗體力價應至少大於或等於 1:32 時，抗體可保護牛隻不被野外病毒感染 (Vanselow *et al.*, 1995; 丁, 2013)。於本試驗結果顯示，無論施打甲或乙牌 BEF 減毒疫苗或採用何種免疫適期皆可達到提升牛隻保護力之功效。另亦顯示每年施打 3 劑 BEF 疫苗，較能維持全年度之 BEFV 抗體力價，降低對疫苗無反應牛之比例，並提供足夠之保護力。每年僅施打 2 劑 BEF 疫苗之組別，於第二次施打疫苗後 6 個月抗體力價上升倍數相較於施打前降低約 1.5 倍，可能無法提供足夠之保護力，並且有較高比例之無反應牛；國外 BEF 疫情嚴重區域之畜群，每年施打 3 – 4 劑者比較有顯著較低之 BEF 發病率 (morbidity) ( $P < 0.05$ )，但每年施打 2 劑者其發病率則與未施打組別相同，且攻毒試驗 (challenge study) 結果也顯示不活化疫苗之保護力僅出現於每年施打 3 劑之組別，每年施打 2 劑之組別保護力較差 (Della-Porta and Snowdon, 1979)。Ting *et al.* (2014) 研究結果顯示，臺灣牛流行熱抗體力價隨疫苗施打時間變動，與本研究結果相近。無論採用何種免疫適期，試驗結果顯示於第一次施打疫苗後之 4 – 6 個月後，其中和抗體上升達最高後開始反轉下降，但每年施打 3 次疫苗之後續中和抗體力價較穩定及維持較高之上升倍數。

儘管施打頻率增加可降低無反應牛之比例，但對於弱反應牛之比例並無顯著改善，且有效達到施打後抗體力價上升倍數超過 8 倍者僅 28%。其原因可能部分來自於施打疫苗後之牛隻並無產生足量且特異的中和抗體，類似結果同樣於相關研究中發現，並認為經由施打不活化疫苗產生之中和抗體並不完全與臨床之上 BEF 病毒保護力有關 (Della-Porta and Snowdon, 1979)。如同狂犬病毒及其他彈狀病毒 (Rhabdovirus) 一樣，細胞媒介免疫也是保護力的一環 (Della-Porta and Snowdon, 1979)。其他研究也同樣顯示以 BEFV 不活化疫苗產生之有效群體保護率上限約於 50% (Wang *et al.*, 2001)，同樣對於口蹄疫病毒不活化疫苗也有類似之情形 (Dar *et al.*, 2013; Elnekave *et al.*, 2013)。儘管全體保護率約 50%，考量 BEF 對於荷蘭乳牛泌乳量產生巨大之負面影響，以不活化疫苗進行防疫之成本效益仍高，前人研究亦顯示每降低 1% 的 BEF 發病率可提升每頭泌乳牛 1.27 – 1.76 kg 的乳量 (Aziz-Boaron *et al.*, 2014)。

相關研究顯示不同年齡層的荷蘭牛可能對於 BEF 疫苗的免疫反應有顯著差異 ( $P < 0.05$ )，其中無反應牛的比例在女牛最高 (17%) 而在經產母牛最低 (3%) (Sadoff and Wittes, 2007)。而本試驗無反應牛比例可達 31 – 54%，除了可能由於畜群全年度皆維持相對較高之中和抗體力價，導致施打後並未有顯著提升中和抗體倍數外，也可能與遺傳因素有關，本試驗對象為產後泌乳牛群，並無女牛抗體力價數據，但結果顯示初產及經產泌乳牛群其施打疫苗前後各階段中和抗體力價上升倍數並無顯著差異，未來將進一步收集仔牛基礎免疫及女牛疫苗施打前後數據資料進行分析；相關研究顯示當接觸到 B 型肝炎抗原時若 T 細胞活化時若無法產生足量之白介素 2 (Interleukin 2)，個體便會缺乏對於施打 B 型肝炎疫苗之免疫反應 (Meuer *et al.*, 1989)。低免疫原性 (immunogenicity) 及免疫失敗也在德國麻疹



減毒疫苗同樣被發現，有 30% 的孩童在先天免疫上的受體基因有關鍵變異，造成 Toll 樣受體 (Toll-like receptor) 及 CD46 及 TLR8 等病毒模式識別受體 (viral pattern recognition receptor) 改變而降低免疫反應 (Clifford *et al.*, 2012)。此外，有時接觸部分致病抗原產生之免疫記憶效應 (immune memory response) 會改變個體對其他抗原的免疫反應，這種情形稱為異質免疫 (heterologous immunity) (Welsh and Selin, 2002)，不同牛隻年齡層之無反應牛比例各異可能源自於個體間不同的同質 (homologous) 及異質 (heterologous) 免疫因素，因此會出現類似不同年齡層的豬隻對於口蹄疫病毒免疫反應各異的狀況 (Samina *et al.*, 1998)；年齡較大之動物個體可能曾經接觸過其他病毒，因此對於疫苗中 BEFV 抗原產生較大的免疫反應，對於疫苗的無反應牛之比例也會較年輕牛群低 (Aziz-Boaron *et al.*, 2014)；然而本試驗並未觀察到年齡對免疫反應之影響，結果顯示泌乳牛年齡對於施打疫苗後各階段抗體力價上升倍數之影響並不顯著，可能由於牛群採圈飼舍內飼養，且人員進出單純；因此，牛隻年齡對於疫苗免疫反應之影響可能需要更長期之研究。且由於 BEF 主要對於泌乳牛危害較大，若主要的無反應牛都是屬於年輕牛群雖對於牛乳生產危害較小，但完整的 BEF 免疫計畫仍必須將仔牛早期接受不活化疫苗基礎免疫的重要性考慮進去。此外，目前使用之不活化疫苗有效性若可經由改變佐劑之配方，或許可以進一步提升疫苗保護力並降低 BEF 造成之損失。

## 結 論

由於颱風、西南氣流等帶來旺盛水氣及土石流或地面爛泥之形成，搭配高溫氣候之條件有利糠蚊產卵大量滋生，並引發 BEF 疫情。本試驗結果可作為規劃 BEF 疫苗免疫適期之參考依據，由於 BEF 主要影響泌乳牛的生產效率並造成經濟損失，除了應落實病媒防治並強化牧場環境及衛生管理。本試驗結果顯示泌乳牛隻 BEFV 抗體力價主要影響因子仍為施打頻率，因此目前仍建議依現行免疫適期落實疫苗施打，落實仔牛於 5 月齡先進行基礎免疫，1 歲左右之女牛及泌乳牛群至少每 6 個月補強施打 1 劑疫苗，若需確保牛隻具有抗體保護力時，則應每 4 個月補強施打 1 劑，達到每年施打 3 次不活化疫苗。

## 誌 謝

本研究承行政院農業委員會科技計畫提供研究經費「應用血清檢測牛群流行熱抗體力價之研究」(107 農科 -2.1.2- 畜 -L1(9))，並由家畜衛生試驗所協助 BEF 抗體力價檢測，使得以順利完成，特此申謝。

## 參考文獻

- 謝耀清、陳世輝、莊惟超、李儼峰、蔡耿宇、蔡信雄。2005。病例報告：牛流行熱。臺灣獸醫誌 31：85-94。
- 丁履紉。2013。2001 至 2012 年臺灣牛流行熱監測及疫情調查。獸醫專訊 7：15-21。
- Aziz-Boaron, O., D. Gleser, H. Yadin, B. Gelman, M. Kedmi, N. Galon and E. Klement. 2014. The protective effectiveness of an inactivated bovine ephemeral fever virus vaccine. *Vet. Microbiol.* 173: 1-8.
- Aziz-Boaron, O., K. Leibovitz, B. Gelman, M. Kedmi and E. Klement. 2013. Safety, immunogenicity and duration of immunity elicited by an inactivated bovine ephemeral fever vaccine. *Plos One* 8: e82217. doi:10.1371/journal.pone.0082217.
- Clifford, H. D., C. M. Hayden, S. K. Khoo, G. Zhang, P. N. L. Souëf and P. Richmond. 2012. CD46 measles virus receptor polymorphisms influence receptor protein expression and primary measles vaccine responses in naive Australian children. *Clin. Vaccine Immunol.* 19: 704-710.
- Dar, P., R. Kalaivanan, N. Sied, B. Mamo, S. Kishore, V. V. S. Suryanarayana and G. Kondabattula. 2013. Montanide ISA™ 201 adjuvanted FMD vaccine induces improved immune responses and protection in cattle. *Vaccine* 31: 3327-3332.
- Della-Porta, A. J. and W. A. Snowdon. 1979. An experimental inactivated virus vaccine against bovine ephemeral fever 1. Studies of the virus. *Vet. Microbiol.* 4: 183-195.
- Elnekave, E., Y. Li, L. Zamir, B. Even-Tov, P. Hamblin, B. Gelman, J. Hammond and E. Klement. 2013. The field effectiveness of routine and emergency vaccination with an inactivated vaccine against foot and mouth disease. *Vaccine* 31: 879-885.

- George, T. D. 1985. Studies on the pathogenesis of bovine ephemeral fever in sentinel cattle. I. Virology and serology. *Vet. Microbiol.* 10: 493-504.
- Lee, N. H., J. A. Lee, S. Y. Park, C. S. Song, I. S. Choi and J. B. Lee. 2012. A review of vaccine development and research for industry animals in Korea. *Clin. Exp. Vaccine Res.* 1: 18.
- Meuer, S., H. Dumann, K. H. M. Z. Büschenfelde and H. Köhler. 1989. Low-dose interleukin-2 induces systemic immune responses against HBsAg in immunodeficient non-responders to hepatitis B vaccination. *Lancet.* 333: 15-18.
- Nandi, S. and B. S. Negi. 1999. Bovine ephemeral fever: a review. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect Dis.* 22: 81-91.
- Sadoff, J. C. and J. Wittes. 2007. Correlates, Surrogates, and Vaccines. *J Infect Dis.* 196: 1279-1281. doi:10.1086/522432.
- Samina, I., Z. Zakay-Rones and B. A. Peleg. 1998. Homologous and heterologous antibody response of cattle and sheep after vaccination with foot and mouth disease and influenza viruses. *Vaccine* 16: 551-557.
- SAS Institute. 2014. SAS User's Guide: Statistics, Version 13.2 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Ting, L., M. Lee, S. Lee, H. Tsai and F. Lee. 2014. Relationships of bovine ephemeral fever epizootics to population immunity and virus variation. *Vet. Microbiol.* 173: 241-248.
- Tzipori, S. and P. B. Spradbrow. 1973. Studies on vaccines against bovine ephemeral fever. *Aust. Vet. J.* 49: 183-187.
- Tzipori, S. and P. B. Spradbrow. 1978. A cell culture vaccine against bovine ephemeral fever. *Aust. Vet. J.* 54: 323-328.
- Vanselow, B. A., J. C. Walthall and I. Abetz. 1995. Field trials of ephemeral fever vaccines. *Vet. Microbiol.* 46: 117-130.
- Walker, P. J. 2005. Bovine ephemeral fever in Australia and the world. *Curr. Top Microbiol.* 292: 57-80.
- Wang, F. I., A. M. Hsu and K. J. Huang. 2001. Bovine ephemeral fever in Taiwan. *J. Vet. Diagn. Invest.* 13: 462-467.
- Welsh, R. M. and L. K. Selin. 2002. No one is naive: the significance of heterologous T-cell immunity. *Nat. Rev. Immunol.* 2: 417-426.



# The evaluation of neutralizing antibody titers elicited by different vaccination program of inactivated bovine ephemeral fever virus vaccine on Holstein cattle in Taiwan <sup>(1)</sup>

Yi-Ming Chen <sup>(2)</sup> Yi-Hsuan Chen <sup>(2)</sup> Kuo-Hua Lee <sup>(2)</sup> and Po-An Tu <sup>(2)(3)</sup>

Received: Apr. 21, 2020; Accepted: Sep. 21, 2020

## Abstract

Bovine ephemeral fever (BEF) is an important viral disease of cattle. The protection of BEF in Taiwan mainly relies on inactivated vaccine to upgrade the vaccination protection of all cattle in times of the seasoning outbreak of BEF. To elevate the overall BEF protection of cattle, two treatment cattle groups were vaccinated with different BEF virus vaccine strains and different doses. A group (two times vaccinated per year) and B group (three times vaccinated per year). BEF virus neutralizing antibodies (NA) following vaccination with inactivated BEF vaccine were tested, and calculating the elevated NA before and after vaccinated of each group. The proportions of non-responder and weak-responder cattle were also identified. The results showed that the overall cattle herd BEFNA titers are not significantly different between A and B treatment groups at each time periods ( $P > 0.05$ ). Also, herd vaccinated with different BEF virus vaccine strains showed no significant differences in BEFNA titers ( $P > 0.05$ ). The results indicated that the administration of cattle with different BEFV vaccine does not have significant impact on the antibody titers at different stage. However, significant differences were found between the elevated BEFNA titers of A and B treatment groups at each time periods ( $P > 0.05$ ). The elevated BEFNA titers of A treatment group were 2.48, 2.68, and 1.37 times than the titer before vaccination, 3 and 6 months post 1<sup>st</sup> vaccination, and 6months post 2<sup>nd</sup> vaccination, respectively. While the elevated BEFNA titers of B treatment group were 4.22, 3.96, and 1.87 times than the titer before vaccination, 4 months post 1<sup>st</sup> vaccination, 4 months post 2<sup>nd</sup> vaccination and 4 months post 3<sup>rd</sup> vaccination, respectively. This study indicates that the vaccination program of 3 inactivated vaccine doses per year will yield higher protection effect from the neutralizing antibody titers than just 2 vaccine doses. Vaccines are expected to prolong the shelf life of milking cows and their production performance in addition to reducing economic loses, which can be taken into consideration for designing the BEF vaccination program. It may be recommended that initial vaccination will be performed twice at the age of 4 to 6 month (4 weeks apart) and then repeated every 6-month period (March and August in the north hemisphere). To achieve better protection of BEF, cattle should be vaccinated with inactivated vaccine every 4-month period, namely to reach 3 doses per year for optimal performance.

Key words: Bovine ephemeral fever, Vaccination program, Neutralizing antibody titers.

(1) Contribution No. 2651 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

# 浸泡乳酸溶液對國產土番鴨胸肉品質之影響<sup>(1)</sup>

涂榮珍<sup>(2)</sup> 陳文賢<sup>(2)</sup> 郭廷雍<sup>(3)</sup> 李孟儒<sup>(2)(4)</sup>

收件日期：109 年 1 月 7 日；接受日期：109 年 10 月 5 日

## 摘 要

本試驗目的在於探討國產土番鴨胸肉浸泡乳酸溶液對其保存品質之影響。選取國產土番鴨 200 隻，於 78 – 80 日齡時進行商業量產屠宰後，取其去骨胸肉分別浸泡乳酸溶液 0% (對照組)、0.5、1.5 或 3.0% 歷時 2 分鐘，風乾後真空包裝冷藏於 4°C 下保存，並於 7 天期間內進行各項品質分析的保存試驗。結果顯示經乳酸溶液浸泡處理冷藏至第 7 天，浸泡乳酸溶液 1.5% 及 3.0% 處理組樣品相較於對照組，可分別降低 0.5 及 0.9 log cfu/g 的總生菌數與 0.6 及 1.1 log cfu/g 的大腸桿菌群數，顯示兩處理組皆有較良好的抑菌效果 ( $P < 0.05$ )。各組樣品之肉色亮度 (L) 值除 0.5% 組於第 7 天為  $41.2 \pm 3.5$ ，較其他組 ( $43.7 \pm 1.9 - 47.8 \pm 2.6$ ) 低外，其餘檢測時間點各組間均無顯著差異；各組保存第 7 天時肉品內部 pH 值介於 6.00 – 6.17，並無顯著差異。至於氧化酸敗值及揮發性鹽基態氮含量在保存 7 天期間內分別低於 0.4 及 12.5%，符合原料肉品質規範。然而，浸泡乳酸溶液 3.0% 似乎對肉色、蒸煮失重及感官品評等試驗結果，均有不利的影響。依本試驗結果，浸泡乳酸溶液 1.5% 處理，浸泡時間僅需 2 分鐘即可達到抑制細菌生長的效果，對於生鮮肉品品質的維持亦有助益。

關鍵詞：土番鴨、乳酸、胸肉、肉品質。

## 緒 言

家禽類動物腸道中常會攜帶病原，但是卻不容易顯現出任何疾病徵兆，所以在禽肉及其相關製品中常會發現受到病原性微生物污染，如沙門氏菌屬 (*Salmonella* spp.) 梭狀桿菌屬 (*Campylobacter* spp.) (劉, 2005)，由於這些微生物具致病性，自然成為許多國家家禽加工業的主要挑戰 (Escudero-Gilete *et al.*, 2007)。近年來，政府致力於提升屠宰時衛生控制，配合食品衛生安全管制系統之危害分析重點管制措施，主要希望防止或將食品安全危害降至最低，進而維持消費者的信賴 (Tompkin, 1994; Mead, 2000)。

許多研究針對屠體表面進行微生物管控之試驗，根據 Paulsen and Smulders (2003) 研究報告指出，為減少屠體表面微生物，應用有機酸溶液約可降低總生菌數 1.2 – 3.5 log CFU/g，應用臭氧可降低 0.3 – 3.0 log CFU/g，應用蒸氣可降低 3.0 – 6.0 log cfu/g，以 UV 照射方式可降低 2.0 – 3.0 log cfu/g，應用輻射方式，則視劑量而定，約可降低 6.0 log cfu/g。Pipek *et al.* (2005) 報告指出，使用乳酸結合熱處理噴洗屠體表面，可降低 pH 值、減少表面微生物 3.0 log cfu/g。葉 (2011) 以有機酸液噴灑於鴨胸肉表面後並以熱收縮膜真空包裝後殺菌處理，可降低屠肉表面總生菌數及大腸桿菌群數。

應用有機酸以降低屠體表面污染為一可行方式，對屠體或肉質之影響甚微且較具有安全性，例如乳酸為 GRAS 物質 (generally recognized as safe; 21CFR184.1061)，可直接添加於許多食品中，近年來多聚焦於應用乳酸及其鈉鹽於肉類或家禽類產品上作為消毒劑或殺菌劑 (Davidson, 2002)。乳酸亦為美國食品藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 批准作為抗菌劑，可應用到動物屠體上 (屠前及屠後預冷；用量  $< 5\%$ )，以及牛頭部、牛舌 (用於沖洗系統中；用量 2.0 – 2.8%) (USDA-FSIS, 2010)。乳酸鈉 (2.5 – 5.0%) 則可抑制許多肉類製品中的肉芽孢桿菌 (*Carnobacterium botulinum*)，梭狀芽孢桿菌 (*Car. sporogenes*)，李斯特菌 (*Listeria monocytogenes*) 及其他腐敗微生物 (Shelef and Yang, 1991; Unda *et al.*, 1991; Meng and Genigeorgis, 1993)。檸檬酸亦為一種 GRAS 物質 (21CFR184.1033)，在特定濃度下可直接使用於新鮮肉品、禽肉及加工製品上且可達到抑制病原菌的目的 (USDA-FSIS, 2010)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2652 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所加工組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所遺傳育種組。

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

本試驗除了探討表面浸泡乳酸對於鴨胸肉品質影響外，並配合應用水產品中常用來表示新鮮程度及判斷水產品品質所測定之鮮值 (K value) 佐以探討，希望能建立鴨肉鮮度檢測數據，供後續作為鴨肉品質快速檢測技術研發之基礎資料，以期提供相關加工業者參考應用。

## 材料與方法

### I. 鴨隻來源及試驗設計

本試驗選定國內生產之白色土番鴨公 (78 – 80 日齡) 活體平均重量為 3.0 kg 共 200 隻，於雲林縣元進莊股份有限公司電宰暨分切廠進行商業量產式屠宰，鴨隻經電昏、放血、燙毛、脫毛、取出內臟、獸醫師檢驗、屠體清洗、水冷循環式冷卻約 5 – 10 分鐘，屠體由輸送帶送出至整理區，置於不銹鋼桶內上覆碎冰至屠體中心溫度達 7℃ 以下 (約歷時 1.0 – 1.5 小時)，再取出於分切室進行分切取下鴨胸清肉，進行浸泡乳酸溶液試驗，後取樣分析保存期間的微生物變化。取樣的鴨胸肉個別秤重後再以乳酸原液 (溫度約 0 – 3℃；原液濃度 88% 購自億元食品股份有限公司，臺北，臺灣) 配製為 0.0、0.5、1.5 或 3.0%，分別浸泡 2 分鐘後取出 (n = 50)，再以不銹鋼掛勾穿刺懸吊於臺車上，於獨立的分切室 (室溫 12 – 15℃) 靜置 10 分鐘，使表面風乾後進行真空包裝。所有試驗肉品儲存於 4℃ 備用，並於分切後之第 0、2、5、7 天取樣各 6 片分析其 pH 值、蒸煮失重、截切值 (shear force)、肉色、揮發性鹽基態氮 (volatile basic nitrogen, VBN)、氧化酸敗值 (thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)、總生菌數、大腸桿菌數及鮮值，感官品評試驗於第 2 天取樣進行之。

### II. 分析方法

#### (i) 鮮值 (K value)

1. 樣品製備：依 Watabe *et al.* (1989) 之萃取方法，取鴨胸肉 5 g 加入 6% perchloric acid (PCA) 25 mL，於 4℃ 下以均質機 (PH-91, SMT 株式會社, Japan) 以 10,000 rpm 均質 3 min，將均質液於 4℃ 下以 3,000 × g 離心 10 分鐘，取上層液 20 mL 以 1 N NaOH 調整 pH 值至 pH 6.5 – 6.8，冰浴 30 分鐘後以 0.45 μm 膜過濾後，再以蒸餾水定量至 50 mL，置於 -80℃ 凍藏備用。
2. 核苷酸關聯物質之高效能液相層析法：以高效能液相層析儀 (high performance liquid chromatography, HPLC, pump L-7100, Column oven L-7300, Diode array detector, L7450A, Hitachi, Japan) 進行分析，分離管柱為 Sulpelco LC-18 column (USA)；移動相為 0.05 M K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>，流速為 1.0 mL/min；樣品注入量為 10 μL。依據已知濃度標準品，如腺嘌呤核苷三磷酸 (adenosine triphosphate, ATP)、腺嘌呤核苷二磷酸 (adenosine diphosphate, ADP)、腺嘌呤核苷單磷酸 (adenosine monophosphate, AMP)、肌苷酸 (inosine monophosphate, IMP)、肌苷 (inosine, HxR) 及次黃嘌呤 (hypoxanthine, Hx) (Sigma, USA) 等，注射量為 10 μL，計算標準品之滯留時間與積分面積，分別對樣品中 ATP 相關化合物做定性與定量分析。根據 ATP 及其相關化合物含量，計算其 K value (Saito *et al.*, 1959)，計算公式如下：

$$\text{K value (\%)} = [(\text{HxR} + \text{Hx}) / (\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{HxR} + \text{Hx})] \times 100$$

#### (ii) pH 值

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

#### (iii) 色澤

利用色差儀 (Color and Color difference Meter TC-1, Tokyo Denshoku Co., Japan) 測定鴨胸肉切面之亮度值 (Hunter L value)、紅色度值 (Hunter a value) 及黃色度值 (Hunter b value)。

#### (iv) 蒸煮失重

依 Wal *et al.* (1993) 方法進行測定。將完整鴨胸樣品裝入真空袋中以 80℃ 水浴加熱 40 min，測定樣品滲出汁液重與蒸煮前樣品原始重量之百分率。

#### (v) 截切值

將鴨胸樣品裝入真空袋中以 80℃ 水浴加熱 40 min，冷卻至室溫後，順著肌纖維走向切成長、寬、高為 3 × 1 × 1 cm 之長方體，並利用物性測定儀 (TA-Xt-plus, Stable Micro Systems, UK) 測定剪切值，測試套組使用 HDP/BS 切刀和 HDP/90 模具，將長方體鴨胸肉條穩固於模具平面，測定速度為 5.0 mm/sec，下壓距離 5.0 mm，系統自動計算記錄堅實度 (Firmness) 和韌度 (Toughness)。

#### (vi) 氧化酸敗值



參考 Faustman and Cassens (1991) 之方法修正後測定。取切碎鴨胸樣品 10 g 加入 20% trichloroacetic acid (TCA) 25 mL 及 20 mL 蒸餾水，以均質機 (PH-91, SMT 株式會社, Japan) 以 10,000 rpm 均質 2 min。再以 4°C, 6,000 × g 離心 20 min，後經 Advantec No.1 濾紙過濾，取濾液 4 mL 加入 4 mL 0.02 M thiobarbituric Acid，混和後於沸水加熱 35 min。試液冷卻後，以分光光譜儀 (U-2900, HITACHI, JAPAN) 於波長 532 nm 下測定其吸光值，TBARS 值的計算公式為  $A_{532} \times 7.8$ 。

(vii) 揮發性鹽基態氮

依中華民國國家標準 CNS 1451, N6029 號 (1997) 冷凍魚類檢驗法，採用康威氏 (Conway's) 微量擴散法測定之。

(viii) 微生物檢測

依中華民國國家標準 CNS 10890 號方法 (1991) 測定。樣品均勻絞碎取肉樣 25 g 與 0.9% 滅菌生理食鹽水 225 mL 混合後，以鐵胃機 (Stomacher, Lab. Blender 400, England) 均質 1 分鐘，過濾後之樣品液以 0.9% 滅菌生理食鹽水進行連續 10 倍稀釋，吸取適當稀釋倍數樣品液 1 mL 以傾倒法進行以下檢測。總生菌數使用 Plate count agar (Himedia, India) 置於 37°C 培養箱培養 48 小時。大腸桿菌群數 (*Coliform*) 使用 3M Petrifilm *Coliform* Count Plate (Petrifilm EC) 置於 35°C 培養箱培養 24 小時，即行計數菌落生成數。

(ix) 感官品評

依本試驗設計各處理組之真空包裝鴨胸肉，冷藏於 4°C 下保存第 2 天後取出，將真空包裝的完整鴨胸肉以 80°C 水浴加熱 40 min 後取出，待涼後切成長、寬、高為 3 × 1 × 1 cm 之長方體，進行感官品評。採用 7 分制喜好性品評法，品評氣味、風味、色澤、咬感及總接受性，其評分範圍分成 7 個等級，氣味、風味、總接受性從 1 — 7 分分別代表：非常不喜歡、不喜歡、稍微不喜歡、不喜歡也不討厭、稍微喜歡、喜歡及非常喜歡；色澤從 1 — 7 分分別代表：非常淡、淡、稍微淡、適中、稍微濃、濃及非常濃；而咬感 1 — 7 分分別代表：非常柔軟、柔軟、稍微柔軟、適中、稍微堅韌、堅韌及非常堅韌。

(x) 統計分析

試驗樣品完成後進行各項性狀測定，每種分析項目皆進行 3 重複測定，將所得數據利用 Sigmaplot (2010) 統計套裝軟體 (Version 12.0, Systat Software, Inc., CA) 以 One-way ANOVA 進行變方分析，並以鄧肯式新多變異法 (Duncan's new multiple range test) 比較各組平均值之差異顯著性 ( $P < 0.05$ )。

## 結果與討論

### I. 不同乳酸溶液處理鴨胸肉之 pH 值及色澤分析

冷藏去骨鴨胸肉於保存期間之 pH 值變化如表 1 所示。由於檢測位置為鴨胸肉中心，儘管各處理組浸泡不同乳酸溶液在鴨胸肉表面，對於肉樣表面色澤有較明顯的差異，然而各處理組間鴨胸肉內部的 pH 值並無顯著差異，僅在冷藏第 0 日時各處理組 pH 值較高，介於 pH 6.29 — 6.36 間，第 2 天即降至約 pH 6.00，隨著保存時間的延長並無顯著變化。結果亦顯示浸泡不同濃度乳酸溶液 0.5 — 3.0% (w/w)，對於試驗肉樣內部的 pH 值並未造成影響。Ali *et al.* (2007) 檢測 45 日齡之櫻桃鴨各項肉品質發現，在屠宰後 24 小時內，鴨胸肉屠後 15 分鐘之 pH 介於 pH 6.5 — 6.6 間，24 小時後降至 pH 6.0 — 6.1 間。李等 (2019) 分析不同商用土番鴨、北京鴨和紅面番鴨胸肉之 pH 值介於 6.07 — 6.14 間，與本試驗結果相近。

一般消費者判定肉質好壞時多以表面色澤為選購喜好依據，故採用 Hunter L、a、b 值作為肉品品質的指標。本實驗以色差計測定之，L 值表示明亮度，其值越大表越明亮，越小表越灰暗；a 值正值表越紅，負值越大表越綠；b 值正值越大表越黃，負值越大表越藍。由表 2 可知，各處理組之 Hunter L 值隨著保存天數延長而有增加的趨勢，在保存第 7 日時，僅浸泡乳酸溶液 3.0% 處理組及對照組之 Hunter L 值分別為  $47.8 \pm 2.6$  及  $45.4 \pm 1.6$ ，顯著高於 0.5% 處理組之  $41.2 \pm 3.5$  及 1.5% 處理組之  $43.7 \pm 1.9$  ( $P < 0.05$ )；保存 0 — 5 天期間，各處理組之間並無顯著差異。Hunter a 值與 b 值的變化則無規則性，此結果可能與取樣差異有關。Hunter b 值方面僅在保存第 2 日時，浸泡乳酸溶液 3.0% 試驗組與對照組分別為  $7.8 \pm 0.6$  及  $7.1 \pm 0.9$ ，顯著較 0.5% 處理組 ( $6.6 \pm 1.1$ ) 及 1.5% 處理組 ( $5.9 \pm 0.9$ ) 為高 ( $P < 0.05$ )，其他天數則各處理組間均無顯著差異。在本試驗中，浸泡乳酸溶液 3.0% 對於試驗樣品表面的肉色似有褪色的影響，相較於 González-Fandos *et al.* (2009) 使用檸檬酸濃度為 3.0% 時，不會產生負面氣味及影響肉色的情形，有所不同。反觀浸泡乳酸溶液 0.5% 及 1.5% 處理組的肉色檢測結果，相較於對照組，則不會產生影響肉色的情形。

表 1. 浸泡不同濃度乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之 pH 值變化

Table 1. The pH value of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	6.29 <sup>a</sup> ± 0.07	5.99 <sup>b</sup> ± 0.05	5.97 <sup>b</sup> ± 0.05	6.17 <sup>ab</sup> ± 0.24
0.5%	6.33 <sup>a</sup> ± 0.14	6.13 <sup>ab</sup> ± 0.20	5.97 <sup>b</sup> ± 0.03	6.01 <sup>b</sup> ± 0.10
1.5%	6.36 <sup>a</sup> ± 0.11	6.08 <sup>b</sup> ± 0.10	5.97 <sup>b</sup> ± 0.18	6.04 <sup>b</sup> ± 0.03
3.0%	6.31 <sup>a</sup> ± 0.14	6.07 <sup>b</sup> ± 0.07	5.97 <sup>b</sup> ± 0.01	6.00 <sup>b</sup> ± 0.17

\* Mean ± standard deviation (n = 6).

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

表 2. 浸泡不同濃度乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之肉色 L、a、b 值變化

Table 2. The Hunter L, a, b values of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution		Storage days*			
		0	2	5	7
L	0.0%	38.2 <sup>b</sup> ± 4.8	45.7 <sup>a</sup> ± 3.9	47.5 <sup>a</sup> ± 5.6	45.4 <sup>a,A</sup> ± 1.6
	0.5%	42.4 <sup>b</sup> ± 2.0	47.4 <sup>a</sup> ± 5.8	47.4 <sup>a</sup> ± 2.2	41.2 <sup>b,B</sup> ± 3.5
	1.5%	40.6 <sup>b</sup> ± 3.7	45.5 <sup>a</sup> ± 1.9	46.6 <sup>a</sup> ± 1.8	43.7 <sup>a,AB</sup> ± 1.9
	3.0%	42.9 <sup>b</sup> ± 4.7	49.3 <sup>a</sup> ± 3.3	46.9 <sup>a</sup> ± 2.8	47.8 <sup>a,A</sup> ± 2.6
a	0.0%	14.6 <sup>A</sup> ± 1.9	12.3 ± 2.6	11.2 <sup>B</sup> ± 2.7	13.3 <sup>B</sup> ± 0.9
	0.5%	12.1 <sup>b,B</sup> ± 1.1	11.5 <sup>b</sup> ± 2.2	13.6 <sup>b,AB</sup> ± 1.4	16.1 <sup>a,A</sup> ± 1.1
	1.5%	15.4 <sup>a,A</sup> ± 1.6	12.5 <sup>b</sup> ± 0.7	12.4 <sup>b,AB</sup> ± 1.1	14.9 <sup>a,A</sup> ± 0.6
	3.0%	13.4 <sup>ab,AB</sup> ± 1.2	11.7 <sup>b</sup> ± 1.9	14.3 <sup>a,A</sup> ± 1.5	11.8 <sup>b,B</sup> ± 2.2
b	0.0%	5.2 <sup>b</sup> ± 0.9	7.1 <sup>a,AB</sup> ± 0.9	6.1 <sup>b</sup> ± 2.0	5.8 <sup>b</sup> ± 0.8
	0.5%	4.7 <sup>b</sup> ± 0.7	6.6 <sup>a,B</sup> ± 1.1	6.8 <sup>a</sup> ± 1.9	5.9 <sup>ab</sup> ± 0.5
	1.5%	5.2 ± 0.7	5.9 <sup>B</sup> ± 0.9	6.0 ± 0.8	5.5 ± 1.0
	3.0%	5.4 <sup>b</sup> ± 1.1	7.8 <sup>a,A</sup> ± 0.6	5.3 <sup>b</sup> ± 0.7	6.1 <sup>b</sup> ± 1.1

\* Mean ± standard deviation (n = 6).

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

<sup>A, B</sup> Means within the same column and same color items bearing different superscripts differ (P < 0.05).

## II. 不同乳酸溶液處理鴨胸肉之蒸煮失重分析

站在廠商及消費者的立場，成本高低為決定產品產出的重大考量因子。生鮮肉品加熱後之失重程度與品質和製成率關係密切，亦影響到消費者的回購率。各處理組之蒸煮失重率結果由表 3 所示。本試驗對照組及浸泡乳酸溶液 0.5 及 1.5% 處理組於保存第 0 天之蒸煮失重介於 33.9 – 38.7%；然而浸泡乳酸溶液 3.0% 處理組之蒸煮失重隨著保存天數延長有增加趨勢，分別為 39.6 ± 2.6% (第 0 天)、42.7 ± 2.3% (第 2 天)、44.9 ± 2.3% (第 5 天) 及 47.6 ± 5.6% (第 7 天)，相較其他處理組間其蒸煮失重亦為最高。乳酸溶液 1.5% 處理組僅於保存第 2 天時，蒸煮失重為 39.0 ± 1.0%，高於對照組 (35.2 ± 1.8%) 和浸泡乳酸溶液 0.5% 組 (35.1 ± 4.0%) (P < 0.05)，其他天數則無顯著差異。推測浸泡乳酸溶液濃度高於 1.5% 以上時，可能會造成生鮮肉有較高之蒸煮失重。Carballo *et al.* (2017) 研究顯示豬隻屠宰後 45 分鐘所測得的 pH 值較低者，其背最長肌的滴水失重較高，兩者之間具有相關。若與蘇等 (2013) 分析不同飼養密度及禽舍設計對土番鴨胸肉品質之試驗結果比較，其土番鴨胸肉蒸煮失重介於 37.1 – 41.0% (10 週齡) 或 32.1 – 39.7% (12 週齡)，與本試驗對照組、浸泡乳酸溶液 0.5% 及 1.5% 處理組結果均相近。此外，觀察蒸煮失重與肉色亮度值 (表 2) 之間的關係，結果與 Galobart and Moran (2004) 檢測雞隻肉色與滴水失重、蒸煮失重等結果相似，該試驗發現當肉色 L 值較高時，滴水失重及蒸煮失重會較高 (P < 0.05)。本試驗之蒸煮失重以浸泡乳酸溶液 3.0% 處理組最高 (P < 0.05)，且與 Hunter L 值之間似有正相關，目前僅觀察到表面褪色則有較高的亮度值，而是否有較高的肉色 L 值，其蒸煮失重必然較高，應需要更多分析數據支持方



能下此定論。

表 3. 浸泡乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之蒸煮失重率 (%) 變化

Table 3. The rate of cooking loss (%) of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	33.9 ± 1.3	35.2 <sup>C</sup> ± 1.8	36.2 <sup>B</sup> ± 3.7	33.5 <sup>C</sup> ± 4.5
0.5%	38.7 ± 5.1	35.1 <sup>C</sup> ± 4.0	35.9 <sup>B</sup> ± 1.3	40.3 <sup>AB</sup> ± 2.3
1.5%	36.1 ± 2.9	39.0 <sup>B</sup> ± 1.0	38.8 <sup>B</sup> ± 3.5	37.8 <sup>BC</sup> ± 1.2
3.0%	39.6 ± 4.8	42.7 <sup>A</sup> ± 2.3	44.9 <sup>A</sup> ± 2.3	47.6 <sup>A</sup> ± 5.6

\* Mean ± standard deviation (n = 6).

A, B, C Means within the same column bearing different superscripts differ (P < 0.05).

### III. 不同乳酸溶液處理鴨胸肉之鮮值 (K value) 分析

在 ATP 分解過程中，衍生物的總量為一定值，其中 Hx 和 HxR 的量對核苷酸衍生物總量的比值，稱之為 K 值 (Saito *et al.*, 1959)，K 值愈小表示新鮮度愈佳。此指標一般用於判定魚類鮮度。通常魚體剛死亡時 K 值在 5% 以下，作為生魚片的品質標準 K 值約需在 20% 以下 (梁, 2011)。結果顯示 (表 4)，浸泡乳酸溶液 1.5% 處理組於保存第 2 天時，K 值為 10.50%，顯著低於對照組 (12.02%)。各處理組間於冷藏保存 0 – 2 天之 K 值低於 20%，但在保存 2 天後 K 值急遽上升，第 5 天為 26.49% (0.5% 處理組)、20.74% (1.5% 處理組) 及 23.68% (3.0% 處理組)，第 7 天對照組、施以乳酸溶液 0.5、1.5 及 3.0% 之試驗組 K 值分別為 18.75、30.85、24.99 及 28.16%。梁 (2011) 試驗結果顯示黑鮪魚生魚片 K 值超過 60% 時，生魚片已達腐敗。由此本試驗結果推測，屠宰後立即使用乳酸溶液處理應可維持冷藏 2 天內的肉質鮮度，然似乎對於 ATP 關聯物質的降解速度相較於對照組為快，故而顯著影響 K 值 (P < 0.05)。肉中的鮮味 (umami) 與麩胺酸鈉 (monosodium L-glutamate, MSG)、肌酸苷 (inosine monophosphate, IMP) 及鳥嘌呤核苷單磷酸 (guanosine monophosphate, GMP) 等成分有關 (Mega, 1983; Kato *et al.*, 1989)。肉中的 ATP 分解過程中，ATP 逐次分解為 ADP、AMP，最後產生肌苷和次黃嘌呤。ATP 關聯物質中與鮮味有關聯者為 AMP，AMP 雖非鮮味物質，但與 MSG 有相乘作用，可提高鮮味強度 (Lioe *et al.*, 2010)。因此，AMP 若降解快速，將快速地產生肌苷和次黃嘌呤，導致鮮味強度降低，影響肉品感官品評結果。以本試驗結果顯示，乳酸對於土番鴨胸肉鮮度的維持似有不利的影響。以往研究，幾乎沒有將鮮值使用在畜禽肉品品質檢測上，然本試驗嘗試在保存 7 天期間內，檢測鮮值並相較於其他檢測數據，可發現 K 值有較為顯著的變化。後續若能蒐集更多試驗數據，或許可供作為判斷肉品品質的參考。

表 4. 浸泡乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之 K 值變化

Table 4. The K value (%) of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	14.94 <sup>b,AB</sup> ± 2.47	12.02 <sup>b</sup> ± 3.21	15.58 <sup>a,C</sup> ± 0.33	18.75 <sup>a,C</sup> ± 0.36
0.5%	11.98 <sup>b,B</sup> ± 2.38	14.92 <sup>b</sup> ± 4.09	26.49 <sup>a,A</sup> ± 9.16	30.85 <sup>a,A</sup> ± 9.98
1.5%	14.07 <sup>b,B</sup> ± 0.81	10.50 <sup>c</sup> ± 1.60	20.74 <sup>ab,B</sup> ± 1.54	24.99 <sup>a,B</sup> ± 1.36
3.0%	20.53 <sup>b,A</sup> ± 5.01	11.69 <sup>c</sup> ± 1.53	23.68 <sup>b,AB</sup> ± 0.11	28.16 <sup>a,A</sup> ± 0.06

As footnote as Table 2.

### IV. 不同乳酸溶液處理鴨胸肉冷藏期間氧化酸敗值變化

肉類於儲藏期間，因接觸空氣之自體氧化 (autoxidation) 或微生物酵素之氧化，使脂肪發生過氧化作用，形成丙二醛 (malonaldehyde, MDA) 或乙縮醛 (acetal) 等氧化物產物之蓄積 (李及賴, 1976; Caldironi and Bazan, 1982)，這些氧化物可與 2-thiobarbituric acid 反應生成紅色物質，可用此種紅色反應作為肉品中脂肪酸敗程度及肉質之判斷標準。脂肪氧化酸敗受不飽和脂肪酸的多寡、金屬鹽、光、濕度等因素所影響，此外，血色素之鐵

離子亦有催化的作用 (Ockerman, 1981)。冷藏去骨鴨胸肉之氧化酸敗值結果如表 5。各處理組之 TBARS 隨著保存天數延長而有增加的趨勢，在保存第 0 天，處理組間浸泡乳酸溶液 3.0% 及 1.5% 之 TBARS 分別為  $0.30 \pm 0.03$  及  $0.26 \pm 0.02$  mg malonaldehyde/kg 較對照組 ( $0.14 \pm 0.03$ ) 為高，保存至第 7 天時 3.0% 及 1.5% 處理組之 TBARS 分別為  $0.33 \pm 0.05$  及  $0.41 \pm 0.01$  mg/kg 仍顯著高於 0.5% 處理組 ( $0.23 \pm 0.03$  mg/kg) 及對照組 ( $0.22 \pm 0.02$  mg/kg) ( $P < 0.05$ )，然而保存 7 天期間，0.5% 處理組與對照組間無顯著差異。以本試驗結果而言，浸泡乳酸溶液 1.5 及 3.0% 似乎會增加氧化酸敗的進行。相較於北京鴨胸肉保存期間的 TBARS 變化 (葉, 2011) 資料顯示，第 0 天時對照組之 TBARS 值已接近 1.0 mg malonaldehyde/kg，遠高於本試驗土番鴨胸肉各處理組樣品於冷藏 4°C 下保存 7 天內的試驗數據，此可能係北京鴨胸肉有較多血色素含量 (馮, 2000) 所致。以本試驗結果而言，浸泡乳酸溶液 1.5 及 3.0% 似乎會增加氧化酸敗的進行，但其 TBARS 檢測值於保存期間均低於 1.0 mg/kg，在鴨肉品質可接受範圍內。

表 5. 浸泡乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之氧化酸敗值 (TBARS value) 變化

Table 5. The TBARS (mg malonaldehyde/kg) of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	$0.21^b \pm 0.02$	$0.27^{a,A} \pm 0.03$	$0.32^{a,B} \pm 0.03$	$0.30^{a,B} \pm 0.02$
0.5%	$0.22^b \pm 0.03$	$0.22^{b,B} \pm 0.01$	$0.32^{a,B} \pm 0.05$	$0.35^{a,AB} \pm 0.02$
1.5%	$0.22^b \pm 0.04$	$0.26^{b,A} \pm 0.02$	$0.37^{a,A} \pm 0.06$	$0.34^{a,AB} \pm 0.03$
3.0%	$0.25^b \pm 0.02$	$0.25^{b,A} \pm 0.05$	$0.37^{a,A} \pm 0.03$	$0.38^{a,A} \pm 0.01$

As footnote as Table 2.

#### V. 不同乳酸溶液處理鴨胸肉冷藏期間揮發性鹽基態氮變化

不同乳酸溶液處理鴨胸肉之揮發性鹽基態氮結果如表 6。對照組與浸泡乳酸溶液 0.5、1.5% 試驗組之 VBN 含量隨著保存天數延長而略為增加，然保存第 7 天則有下降情形。浸泡 3.0% 處理組則無規則性，顯示浸泡乳酸處理對於 VBN 含量並未造成顯著影響。參考優良農產品冷藏調理食品項目驗證基準，依據中華民國國家標準 (1997) CNS 1451 冷凍魚類檢驗法得知，禽肉畜品產品的標準為 15 mg/100 g 以下。葉 (2011) 以乳酸、檸檬酸、酒石酸、多磷酸等不同有機酸組合溶液噴灑北京鴨胸肉表面，並配合熱收縮真空包裝方式進行冷藏保存期間品質檢測時發現，冷藏保存第 3 天起未噴灑有機酸溶液但經熱收縮真空包裝的 A 組之 VBN 始高於 10.00 mg/100 g，且顯著高於其他處理組 ( $P < 0.05$ )。由本次試驗保存期間檢測結果得知，以浸泡乳酸溶液 3.0% 處理組第 0 天測得 VBN 值為  $10.36 \pm 0.28$  mg/100 g 最高，而 0.5% 處理組保存第 7 天之 VBN 值為  $7.56 \pm 0.28$  mg/100 g 最低，所有檢測數值均處於標準範圍內，雖並未經過包裝熱處理，檢測結果與葉 (2011) 相似。在本試驗中亦發現，以揮發性鹽基態氮分析與 K 值分析結果顯示，K 值可偵測到的數值在保存第 5 天時已稍高於一般魚類鮮度標準，而冷藏保存 7 天期間內，VBN 均在檢驗標準以內，顯示 K 值較能於肉品保存的初期檢測出品質的微量變化。一直以來，畜禽生鮮肉僅以 pH 值輔助產品外觀評估作為新鮮度的指標，肉製品中亦鮮少使用 VBN 以外的方法，客觀地評估肉品鮮度。然以本試驗結果顯示，建議生鮮肉品不應使用 VBN 方法進行鮮度的判斷，若能蒐集更多生鮮鴨肉分析數據，K 值或可作為鴨肉鮮度評估指標之一。

表 6. 浸泡乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之揮發性鹽基態氮 (VBN) 變化

Table 6. The changes of volatile basic nitrogen (VBN) of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	$8.59^{ab,B} \pm 0.58$	$9.33^a \pm 0.32$	$9.52^a \pm 0.28$	$8.12^{b,B} \pm 0.56$
0.5%	$8.59^{a,B} \pm 0.65$	$8.77^a \pm 0.32$	$9.15^a \pm 0.32$	$7.56^{b,B} \pm 0.28$
1.5%	$8.21^{a,B} \pm 1.44$	$8.49^a \pm 0.43$	$8.49^a \pm 1.13$	$7.65^{b,B} \pm 0.43$
3.0%	$10.36^{a,A} \pm 0.28$	$9.24^b \pm 0.28$	$10.08^a \pm 0.24$	$9.61^{a,A} \pm 0.16$

As footnote as Table 2.

## VI. 不同乳酸溶液處理鴨胸肉冷藏期間微生物之變化

肉品保存期間之總生菌數與大腸桿菌群數試驗結果如表 7 及 8。試驗結果顯示，分切後直接進行浸泡乳酸溶液處理後冷藏保存第 0 天時，浸泡 0.5、1.5 及 3.0% 處理組總生菌數分別為  $3.40 \pm 0.06$ 、 $3.07 \pm 0.05$  及  $2.47 \pm 0.07$  log cfu/g，相較於對照組 ( $3.79 \pm 0.01$  log cfu/g)，均具有明顯的抑菌效果 ( $P < 0.05$ )；冷藏第 2 天時，對照組、1.5% 及 3.0% 處理組總生菌數分別為  $4.17 \pm 0.02$ 、 $2.27 \pm 0.19$  及  $2.21 \pm 0.25$  log cfu/g，抑菌效果更為顯著 ( $P < 0.05$ )，然而 0.5% 處理組 ( $3.79 \pm 0.01$  log cfu/g) 與對照組間無顯著差異 ( $P > 0.05$ )；冷藏保存至第 7 天，浸泡乳酸溶液 1.5% 及 3.0% 處理組樣品相較於對照組，仍可分別降低 0.5 及 0.9 log cfu/g 的總生菌數與 0.6 及 1.1 log cfu/g 以上的大腸桿菌群數，顯示此兩處理組皆有較良好的抑菌效果 ( $P < 0.05$ )。Dorn *et al.* (1989) 試驗中發現以 1% 乳酸溶液作用 15 分鐘後具有抑菌效果，而使用 2% 乳酸溶液則在噴灑後 5 分鐘即具有同樣的抑菌效果。Van der Marel *et al.* (1988) 發現使用 1% 或 2% 乳酸溶液於肉雞屠體可降低總生菌數及大腸桿菌群，然而兩種濃度間效果並無顯著差異。Hwang and Beuchat (1995) 則發現使用 0.5% 乳酸緩衝溶液可降低儲存 8 天期間的總生菌數約 1.0 log cfu/g。葉 (2011) 試驗發現有機酸噴灑處理之抑菌作用在第 0 天時並不顯著，而於冷藏儲存期間才有作用，與本試驗結果相似。且本試驗浸泡乳酸溶液時間僅 2 分鐘，反應時間較短所致。

表 7. 浸泡乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之總生菌數變化

Table 7. The changes of total plate count (TPC, unit: log cfu/g) of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	$3.79^{a,A} \pm 0.01$	$4.17^{a,A} \pm 0.02$	$3.93^{a,A} \pm 0.12$	$3.79^a \pm 0.01$
0.5%	$3.40^{a,B} \pm 0.06$	$3.79^{a,A} \pm 0.01$	$3.99^{a,A} \pm 0.10$	$3.64^a \pm 0.11$
1.5%	$3.07^{ab,B} \pm 0.05$	$2.27^{b,C} \pm 0.19$	$2.71^{b,C} \pm 0.09$	$3.20^a \pm 0.15$
3.0%	$2.47^{bc,C} \pm 0.07$	$2.21^{c,C} \pm 0.25$	$3.01^{a,C} \pm 0.14$	$2.88^a \pm 0.18$

As footnote as Table 2.

表 8. 浸泡乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之大腸桿菌群數變化

Table 8. The changes of coliform count (unit: log cfu/g) of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	$1.90^{b,A} \pm 0.01$	$2.40^{a,A} \pm 0.02$	$2.93^{a,A} \pm 0.01$	$2.78^{a,A} \pm 0.04$
0.5%	$1.83^{b,A} \pm 0.02$	$2.25^{b,A} \pm 0.01$	$2.76^{a,A} \pm 0.11$	$2.41^{a,A} \pm 0.14$
1.5%	$1.64^{a,A} \pm 0.01$	$1.41^{a,B} \pm 0.14$	$1.30^{a,A} \pm 1.13$	$2.15^{a,A} \pm 0.55$
3.0%	$1.45^{b,B} \pm 0.01$	$1.34^{a,B} \pm 0.06$	$2.08^{a,A} \pm 0.21$	$1.60^{a,A} \pm 1.35$

As footnote as Table 7.

## VII. 不同乳酸溶液處理鴨胸肉之感官品評分析

無論原料經過何種處理，最終都需要獲得消費者的喜愛才有產品立足之地。剪切值的大小通常與咬感呈正相關，剪切值愈大，感官品評時咬感愈堅韌。配合本試驗選擇鮮度最佳的保存第 2 天進行感官品評試驗，結果如圖 1 所示。剪切值試驗結果如表 9，在冷藏保存第 2 及第 7 天，僅浸泡乳酸溶液 3.0% 處理組之剪切值最大，第 2 天為  $6.52 \pm 1.71$  kg、第 7 天為  $7.51 \pm 1.15$  kg，感官品評項目中咬感最為堅韌，總接受度分數最低 ( $P < 0.05$ )；此與本試驗之蒸煮失重以浸泡乳酸溶液 3.0% 處理組最高 ( $P < 0.05$ )，影響鴨胸肉口感所致。其餘各處理組之冷藏鴨胸肉無論是香氣、風味、色澤及總接受度均與對照組則無顯著差異。

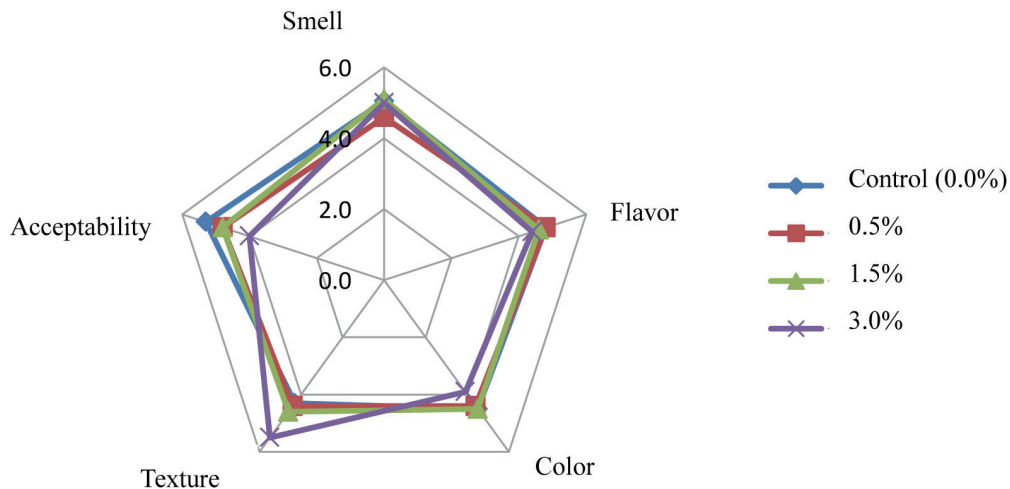


圖 1. 浸泡乳酸溶液鴨胸肉之感官品評結果。

Fig. 1. Results of sensory evaluation of duck breast meat soaked with different concentrations of lactic acid solutions.

表 9. 浸泡乳酸溶液對鴨胸肉於冷藏保存期間之剪切值 (kg) 變化

Table 9. The shear value (kg) of duck breast meat soaked with different concentration of lactic acid solution during chilled storage

Concentration of lactic acid solution	Storage days*			
	0	2	5	7
0.0%	5.44 ± 1.23	4.45 <sup>B</sup> ± 0.70	5.26 ± 1.24	4.57 <sup>B</sup> ± 1.09
0.5%	5.86 <sup>a</sup> ± 1.35	4.57 <sup>b,B</sup> ± 1.00	6.09 <sup>a</sup> ± 1.89	4.62 <sup>b,B</sup> ± 1.05
1.5%	5.68 ± 1.75	5.98 <sup>A</sup> ± 1.10	5.99 ± 1.44	4.94 <sup>B</sup> ± 1.39
3.0%	6.80 <sup>a</sup> ± 1.24	6.52 <sup>a,A</sup> ± 1.71	4.57 <sup>b</sup> ± 1.27	7.51 <sup>a,A</sup> ± 1.15

As footnote as Table 2.

## 結 論

在本試驗中發現，屠宰後立即經浸泡 1.5 及 3.0% 乳酸溶液處理，可有效降低總生菌數、大腸桿菌數，並使保存第 2 天之鮮值檢測值顯著低於對照組；然而較高濃度的乳酸溶液 (3.0%) 表面浸泡處理似乎會加速脂質氧化及 ATP 關聯物質的降解速度，而影響氧化酸敗值及 K 值檢測結果。再者，若考慮浸泡乳酸溶液 1.5% 處理，浸泡時間僅需 2 分鐘，對於肉品色澤、pH 值、感官品評結果均無影響。綜上所述，若以浸泡乳酸溶液處理生鮮土番鴨胸肉，以濃度 1.5% 為宜，且可達到抑制細菌生長的效果，對於生鮮肉品鮮度的維持亦有助益。

## 誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會畜產試驗所與元進莊食品股份有限公司合作之產學合作計畫 (104 農科 -1.4.2-畜 -L1(7)) 經費支持及協助鴨肉採樣分析等事宜，特此致謝。

## 參考文獻

中華民國國家標準。1991。食品微生物之檢驗方法—生菌數之檢驗 (CNS No.10890)。行政院衛生署，臺北市，臺灣。



- 中華民國國家標準。1997。冷凍魚類篩檢法－康衛氏皿微量擴散法 (CNS 1451 N6029)。經濟部標準檢驗局，臺灣。
- 李秀、賴茲漢。1976。食品分析與檢驗 (第六版)。精華出版社。臺灣。
- 梁書嘉。2011。海鱸與黑鮪魚生魚片在不同保溫條件中鮮度之變化。國立臺灣海洋大學食品科學系碩士論文。基隆市，臺灣。
- 馮擇仁。2000。臺灣土雞冷凍品質之研究。國立中興大學畜產學研究所碩士論文，臺中市，臺灣。
- 葉佳玲。2011。噴灑有機酸液及熱收縮真空包裝改善冷藏鴨胸肉品質之試驗。國立嘉義大學動物科學系碩士論文，嘉義縣，臺灣。
- 劉玉芳。2005。電刺激對雞隻屠體表面微生物及肉質之影響。國立中興大學畜產學研究所碩士論文，臺中市，臺灣。
- Ali, M. S., G. H. Kang, H. S. Yang, J. Y. Jeong, Y. H. Hwang, G. B. Park and S. T. Joo. 2007. A comparison of meat characteristics between duck and chicken breast. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20(6): 1002-1006.
- Caldironi, H. A. and N. G. Bazan. 1982. Effect of antioxidants on malonaldehyde production and fatty acid composition in pieces of bovine muscle and adipose tissue stored fresh and frozen. *J. Food Sci.* 47: 1329.
- Carballo, C., A. Terevinto, N. Barlocco, A. Saadoun and M. C. Cabrera. 2017. pH, drip loss colour, lipids and protein oxidation of meat from Pampa-Rocha and Crossbreed pigs produced outdoor in Uruguay. *J. Food Nutr. Res.* 5 (5): 342-346.
- Davidson, P. M. 2002. Control of foodborne microorganisms. In: *Control of microorganisms with Chemicals*. Vijay K. J. and John N. S. Marcel Dekker, Inc., USA., pp. 165-167.
- Dorn, P., P. Krabisch and H. Gehra. 1989. Untersuchungen zur Salmonellen-Dekontamination geschlachteter Masthähnchen. *Archiv für Geflügelkunde*. 53(3): 123-134.
- Escudero-Gilete, M. L., M. L. González-Miret, R. Moreno Temprano and F. J. Heredia. 2007. Application of multivariate concentric method system for the location of *Listeria monocytogenes* in a poultry slaughterhouse. *Food Control*. 18: 69-75.
- Faustman, C. and R. G. Cassens. 1991. The effect of cattle breed and muscle type on discoloration and various biochemical parameters in fresh beef. *J. Anim. Sci.* 69: 184-193.
- Galobart, J. and E. Moran. 2004. Refrigeration and freeze-thaw effects on broiler fillets having extreme L\* values. *Poul. Sci.* 83: 1433-1439.
- González-Fandos, E., B. Herrera and N. Maya. 2009. Efficacy of citric acid against *Listeria monocytogenes* attached to poultry skin during refrigerated storage. *Int. J. Food Sci. and Tech.* 44: 262-268.
- Hwang, C. and L. R. Beuchat. 1995. Efficacy of selected chemicals for killing pathogenic and spoilage microorganisms on chicken skin. *J. Food Prot.* 58: 19-23.
- Kato, H., M. R. Rhue and T. Nishimura. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In: Teranishi R., Buttery R. G., Shahidi F. and editors. *Flavor chemistry: trends and developments*. Washington, D.C.: American Chemical Society. pp. 158-74.
- Lioe, H. N., J. Selamat and M. Yasuda. 2006. Evaluation of peptide contribution to the intense umami taste of Japanese soy sauces. *J. Food Sci.* 71: 277-83.
- Maga, J. A. 1983. Flavor potentiators. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 18: 231-312.
- Mead, G. C. 2000. Prospects for “competitive exclusion” treatment to control *Salmonellas* and other foodborne pathogens in poultry. *Vet. J.* 159: 111-123.
- Meng, J. H. and C. A. Genigeorgis. 1993. Modeling the lag phase of nonproteolytic *Clostridium botulinum* toxigenesis in cooked turkey and chicken breast as affected by temperature, sodium lactate, sodium chloride and spore inoculums. *Int. J. Food Microbiol.* 19: 109-122. Ockerman, H. W. 1981. Quality control of post mortem muscle tissue. Vol.1. Ohio Univ., Ohio, U.S.A.
- Paulsen, P. and F. J. M. Smulders. 2003. Food preservation techniques, p.71-89. Peter Z. and Leif B.S. Woodhead Publish, USA.
- Pipek, P., M. Houška, J. Jeleníková, K. Kyřos, K. Hoke and M. Šikulová. 2005. Microbial decontamination of beef carcasses by combination of steaming and lactic acid spray. *J. Food Engineering.* 67: 309-315.
- Saito, T., K. Arai and M. Matsuyoshi. 1959. A new method of estimating the freshness of fish. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.* 24: 749-753.



- Shelef, L. A. and Q. Yang. 1991. Growth suppression of *Listeria monocytogene* by lactate in broth, chicken, and beef. J. Food Prot. 54: 283-287.
- SigmaPlot. 2010. SigmaPlot 12 user's Guide: statistics. Systat software, Inc., San Jose, U.S.A.
- Tompkin, R. B. 1994. HACCP in the meat and poultry industry. Food Control 5: 153-161.
- Unda, J. R., R. A. Mollins and H. W. Walker. 1991. *Clostridium sporogene* and *Listeria monocytogenes*: survival and inhibition in microwave-ready beef roasts containing selected antimicrobials. J. Food Sci. 56: 198-205.
- USDA-FSIS. 2010. Safe and suitable ingredients used in the production of meat and poultry products. Directive 7120.1, Rev. 2. [www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FSISDirectives/7120.1Rev2.pdf](http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FSISDirectives/7120.1Rev2.pdf) Accessed January 11, 2011.
- Van der Marel, G. M., van Logtestijn, G. and D. A. A. Mossel, 1988. Bacteriological quality of broiler carcasses as affected by inplant lactic acid decontamination. Int. J. Food Micro. 6: 31-42.
- Watabe, S., H. Ushio, M. Iwamoto, H. Yamanaka and K. Hashimoto. 1989. Temperature-dependency of rigor mortis of fish muscle; myofibrillar  $Mg^{2+}$ -ATPase and Ca uptake by sarcoplasmic reticulum. J. Food Sci. 56: 132-135.
- Wal, P. G., G. van der Vries, A. W. de Smulders and F. J. M. Engel. 1993. "Scharrel" (Free range) pigs: carcass composition, meat quality and test-panel studies. Meat Sci. 34: 27-37.

# Effect of soaking with lactic acid solution on the meat quality of Mule duck breast meat in Taiwan <sup>(1)</sup>

Rung-Jen Tu <sup>(2)</sup> Wen-Shyan Chan <sup>(2)</sup> Ting-Yung Kuo <sup>(3)</sup> and Meng-Ru Lee <sup>(2)(4)</sup>

Received: Jan. 7, 2020; Accepted: Oct. 5, 2020

## Abstract

This experiment aimed to investigate the effect of the preserving quality from soaking the breast meat of domestic mule duck in lactic acid solution. Two hundreds of local mule duck were selected for commercial slaughtering at 78 ~ 80 days old in this experiment. Four groups of deboned duck breast meats were immersed lactic acid solution for 2 minutes with 0 (control), 0.5, 1.5 or 3.0%, respectively. Then, the meats were vacuum packaged when the surface of duck breast meat was dry, and stored at 4°C during 7 days for further analysis. The results showed that total plate count of the meats soaking lactic acid solution with 1.5 and 3.0% at the 7th days during storage were decreased 0.5 and 0.9 log cfu/g compared to the control, respectively. Also, coli form numbers of these two treatments were lower than the numbers of the control as 0.6 and 1.1 log cfu/g ( $P < 0.05$ ). It showed that these two treatments have good effect on the inhibition of microorganism. The Hunter L value of meats color in 0.5% treatment was  $41.2 \pm 3.5$ , which was lower compared with the other treatments and the control ( $43.7 \pm 1.9 \sim 47.8 \pm 2.6$ ). There was no significant difference between the groups during the other testing time. The pH value of meats during storage was between 6.00 ~ 6.17. There were no different whether soaking lactic acid solution or not ( $P > 0.05$ ). During the storage of 7 days, the TBARS and VBN contents of all treatments were lower than 0.4% and 12.5%, respectively. In summary, the meat quality of all the treatment was corresponding to the limit of the regulation. However, the meat color, cooking loss and the sensory evaluation of the 3.0% treatment showed the bad influence on the quality of duck meat. According to the results of this study, soaking the breast meat of the duck in lactic acid solution with 1.5% for 2 minutes will inhibit bacterial breeding and benefit the maintenance of fresh meat quality.

Key words: Mule duck, Lactic acid, Breast meat, Meat quality.

---

(1) Contribution No. 2652 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

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

# 複合型床面對二品種土番鴨生長性能與屠體性狀之影響<sup>(1)</sup>

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

收件日期：109 年 4 月 30 日；接受日期：109 年 11 月 13 日

## 摘 要

本試驗旨在探討複合型床面對土番鴨生長性能、屠體性狀、主翼羽長度及足墊損傷狀況之影響，以評估舍內高床飼養二品種土番鴨之可行性。使用 3 週齡二品種土番鴨 240 隻進行試驗，將土番鴨逢機分成 4 處理組，飼養於 4 種不同複合型床面，即以一半不銹鋼網狀床面分別搭配一半稻殼墊料床面、一半塑膠床面、一半木條床面及一半橡膠止滑床面，每處理組 3 重複，每重複 20 隻，公母各半，各組餵飼相同之飼糧。在試驗之第 3、7、10 及 12 週齡時，測定鴨隻之個別體重及各組之飼料消耗量，以計算鴨隻之採食量、增重、飼料轉換率等生長性能；於 7、10 及 12 週齡時並測定第八主翼羽長度與足墊損傷狀況；於 12 週齡時每重複逢機取樣公母各 1 隻犧牲，測定鴨隻之屠體性狀。試驗結果顯示：各處理組 12 週齡平均活體重介於 3,105 – 3,283 g，以橡膠止滑床面組平均活體重 3,105 g 顯著較其它三組為輕 ( $P < 0.05$ )。各處理組 12 週齡主翼羽平均長度介於 20.8 – 22.6 公分，以橡膠止滑床面組之主翼羽長度顯著較其它三組為短 ( $P < 0.05$ )。12 週齡足墊損傷，評分以稻殼墊料床面組的 0.40 分顯著較其它三組為佳 ( $P < 0.05$ )。由本試驗結果得知，若同時考量活體重、飼料轉換率、主翼羽長度、足墊損傷及胸肉重等性能表現，建議鴨舍複合型床面採用以一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面為宜。

關鍵詞：屠體性狀、複合型床面、生長性能、土番鴨。

## 緒 言

依照歐洲委員會的建議 (1999a; 1999b)，北京鴨與番鴨需要給予適當的床面材質。為了增加衛生條件並降低如寄生蟲感染的風險，鴨隻可以飼養在如木頭、金屬、塑膠材質製成的高床，而非僅飼養於稻草桿上 (Rodenburg *et al.*, 2005)。臺灣位於亞熱帶地區，夏季高溫多濕的環境對畜產動物的生長相當不利。北京鴨之飼養環境溫度超過 25°C 時，會有喘息現象 (Bouverot *et al.*, 1974)；如鴨隻飼養於環境溫度 29°C 時，每日增重顯著較飼養於 18.3°C 者減少 30% (Hester *et al.*, 1981)；文獻指出熱緊迫會導致動物體增重與飼糧採食量的下降 (Lesson, 1986; Teeter and Belay, 1996; Yahav, 2000)。而非開放式鴨舍的使用，不只可以降低鴨隻飼養所遭受的熱緊迫，也可以隔絕外在病原的接觸，以減少感染禽流感等疾病的風險。

林等 (2019) 的試驗結果顯示，在土番鴨 12 週齡時，飼養在木條床面組活體重為 2,875 g，與飼養在不銹鋼網狀床面組活體重為 2,862 g，皆顯著較飼養在橡膠止滑床面組活體重 2,663 g 為重 ( $P < 0.05$ )。蘇等 (2013) 建議飼養於水簾式鴨舍之三品種土番鴨，若僅考量增重，密度以每平方公尺飼養 1.5 隻為佳。陳等 (2001) 比較水浴處理對雛土番鴨生長影響的結果發現，鴨隻各週齡的隻日增重以水浴處理組有較佳之趨勢，且試驗 0 – 3 週之平均隻日增重方面，水浴處理組比未提供水浴處理組約多增重 2%。黃等 (1993) 利用不同飼養環境飼養三品種土番鴨發現，3 – 10 週齡飼料轉換率以水池組 3.32 有較高床組 3.49 與墊料組 3.95 為佳之趨勢，但各組間無顯著差異；而跛腳率以高床組 9.7% 顯著較墊料組 3.1% 與水池組 0.2% 為高 ( $P < 0.05$ )。林等 (2019) 的試驗結果顯示，在土番鴨 12 週齡時，不銹鋼網狀床面組的足墊損傷評分為 1.80 分，顯著較塑膠床面組 3.25 分、木條床面組 2.67 分及橡膠止滑床面組 3.58 分為佳 ( $P < 0.05$ )。雖然因使用不銹鋼網狀床面飼養鴨隻，其飼養成效不錯，但土番鴨足墊之損傷還是滿嚴重應有改善之空間。因此，本試驗擬針對複合型床面進行試驗以期降低土番鴨足墊之損傷，並建立土番鴨之舍內飼養模式，提供業者參採。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2653 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: chsu@mail.tlri.gov.tw。

## 試驗材料與方法

### I. 試驗飼糧與試驗設計

土番鴨飼糧依鴨隻營養分需要量手冊 (沈, 1988) 推薦之營養標準餵飼 (表 1)。於 0 – 3 週齡二品種土番鴨 (母北京鴨 × 公番鴨) 飼養於育雛室內，飼養滿 3 週齡後，飼養於 4 種不同複合型床面，即以一半不銹鋼網狀床面分別搭配一半稻殼墊料床面、一半塑膠床面、一半木條床面或一半橡膠止滑床面 (如圖 1)，每處理組三重複，每重複 20 隻，公母各半，共 240 隻供試驗。各組餵飼相同之飼糧 (表 1)，試驗期間採自然通風、自由飲水及任食，各組飼養密度為每平方公尺飼養 1 隻，且各組每重複皆有相同規格水浴槽：長度為 50 公分、寬度為 30 公分、深度為 15 公分。禽舍大小：長 60.1 公尺、寬 15.3 公尺、高 4.7 公尺。各材料床面之規格分別如下：不銹鋼網床面之不銹鋼網線徑為 0.5 公分、網目為 5 × 1.5 公分；稻殼墊料床面之墊料高度為 3 公分；塑膠床面之每片塑膠長度為 90 公分、寬度為 30 公分、厚度為 3 公分；木條床面之木條寬度為 3.5 公分、其間隔為 1.8 公分；橡膠止滑床面之每片橡膠止滑長度為 153 公分、寬度為 90 公分、厚度為 0.5 公分。試驗期間為 108 年 6 月 12 日起至 108 年 9 月 3 日止。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管理委員會批准之文件與試驗準則進行。

表 1. 土番鴨 3 – 12 週齡試驗飼糧組成

Table 1. The composition of diets for mule ducks during 3 ~ 12 weeks of age used in the composite floors trial

Ingredients	3 – 12 weeks
Yellow corn	66.30
Soybean meal, 44% CP	20.60
Wheat bran	8.71
Soybean oil	1.10
Pulverized limestone	1.44
Dicalcium phosphate	0.90
Iodized salt	0.30
L-Lysine • HCl, 99%	0.13
DL-Methionine, 98%	0.02
Vit-premix <sup>a</sup>	0.30
Min-premix <sup>b</sup>	0.20
Total	100
Calculated values	
CP, %	15.40
ME, kcal/kg	2,890
Ca, %	0.72
Available P, %	0.36
Lysine, %	0.90
Methionine + Cystine, %	0.57

<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.





圖 1. 試驗土番鴨 4 種不同床面處理 [以一半不銹鋼網狀床面分別搭配一半稻殼墊料床面 (A)、一半塑膠床面 (B)、一半木條床面 (C) 及一半橡膠止滑床面 (D)]。

Fig. 1. Four floor treatments in the mule duck experiment (half stainless mesh floor with half rice hull litter (A), with half plastic floor (B), with half wooden slats floor (C), and with half non-slip rubber floor (D)).

## II. 測定項目

- (i) 鴨舍環境之溫濕度：使用溫濕度計 (TFA, A9SG-452001, Germany) 於試驗期間每週測定三天，測定時間為上午 9 點，並將三天之數據加以平均，在試驗期間，鴨舍環境上午 9 點平均溫度為 31.7°C、平均相對濕度為 64.9% (圖 2)。

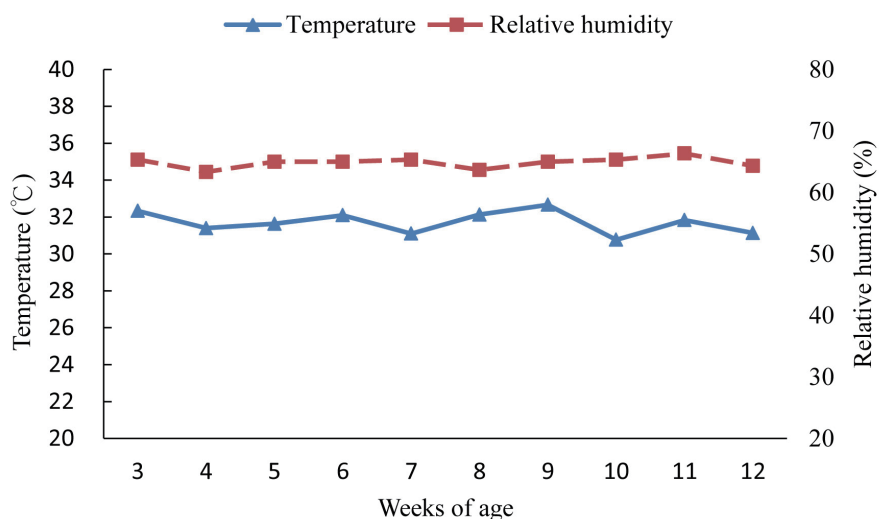


圖 2. 試驗期間上午 9 時鴨舍之溫濕度變化 (3 - 12 週齡)。

Fig. 2. Changes in temperature and relative humidity at 9:00 A.M. in the duck house environment during the experiment period (3 ~ 12 weeks of age).



- (ii) 生長性能：在鴨隻 3、7、10 及 12 週齡時，測定各組鴨隻體重及飼料採食量，以計算飼料轉換率。主翼羽長度之測定為鴨隻第 7、10 及 12 週齡時，使用量尺測定鴨隻第 8 根主翼羽長度。足墊損傷之測定是依照鴨隻足底肉墊損傷程度給予評分。評分方式參考 Hocking *et al.* (2008) 應用於火雞的評分方法，並由原本 0 分至 4 分的評分方式調整為 0 分至 5 分，各項分數之評分說明如表 2 所示。

表 2. 試驗鴨隻足墊損傷評分標準

Table 2. External foot pad scoring system for use in turkey slaughter plants

Score	Description of foot pad
0	No external signs of foot pad dermatitis. The skin of the foot pad feels soft to the touch and no swelling or necrosis is evident.
1	The pad feels harder and denser than a non affected foot. The central part of the pad is raised, reticulate scales are separated and small black necrotic areas may be present.
2	Marked swelling of the foot pad. Reticulate scales are black, forming scale shaped necrotic areas. The scales around the outside of the black areas may have turned white. The area of necrosis is less than one quarter of the total area of the foot pad.
3	Swelling is evident and the total foot pad size is enlarged. Reticulate scales are pronounced, increased in number and separated from each other.
4	As score 3, The amount of necrosis extends to the foot pad, but with less than half the foot pad covered by necrotic cells.
5	As score 4, but with more than half the foot pad covered by necrotic cells.

- (iii) 屠體性狀：於 12 週齡時，每重複逢機取樣公母各 1 隻，測定活體重後犧牲，供測定屠體重、屠宰率以及胸肉重。屠宰率計算方式為鴨隻犧牲放血、脫毛、取內臟後（不含腹脂）之屠體重除以屠宰前所秤得之活體重而得。

### 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，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. 生長性能

複合型床面對二品種土番鴨生長性能之影響，如表 3 所示。於 7 週齡時，各處理組平均活體重介於 2,150 – 2,266 g，以稻殼墊料床面組平均活體重 2,266 g 與木條床面組平均活體重 2,246 g，顯著較橡膠止滑床面組平均活體重 2,150 g 為重 ( $P < 0.05$ )。於 12 週齡時，各處理組平均活體重介於 3,105 – 3,283 g，仍以橡膠止滑床面組平均活體重為 3,105 g 顯著較其它三組為輕 ( $P < 0.05$ )。蘇等 (2018a) 指出飼養在室內鴨舍與非開放式鴨舍 12 週齡土番鴨之活體重皆在 3,092 – 3,165 g 之範圍，本試驗結果與之相似。

於 3 – 7 週齡時，各處理組鴨隻平均增重介於 1,627 – 1,734 g，各組間並無顯著差異，但以稻殼墊料床面組平均增重 1,734 g 為 4 組中數據上最高者 (表 3)。於 7 – 10 週齡時，各處理組鴨隻平均增重介於 733 – 897 g，各組間並無顯著差異，但以稻殼墊料床面組平均增重 733 g 為 4 組中數據上最低者。於 10 – 12 週齡時各處理組鴨隻平均增重介於 160 – 243 g 之範圍，各組間並無顯著差異，但以稻殼墊料床面組平均增重 243 g 為 4 組中數據上最高者。於 3 – 12 週齡時各處理組鴨隻平均增重介於 2,582 – 2,754 g，各組間並無顯著差異。由以上試驗結果得知，於 3 – 7 週齡時，是土番鴨快速生長期故其增重佳；但於 10 – 12 週齡時，則是土番鴨生長趨緩之時期故其增重差。蘇等 (2018a) 指出飼養在室內鴨舍與非開放式鴨舍 12 週齡土番鴨之增重皆在 2,609 – 2,676 g 之範圍，本試驗結果與之相似。胡等 (1999) 指出影響番鴨體重之因素，除考慮品種及營養原因外，其他極可能係飼養管理造成之差異，因據本分所歷年檢定之番鴨體重成績，發現鴨床亦為影響生長性能重要因子之一，此可供養鴨業者參考。

各處理組 3 – 7、7 – 10、10 – 12 及 3 – 12 週齡平均隻日採食量分別介於 142 – 153 g、169 – 174 g、180 – 192 g 及 163 – 165 g 之範圍，各組間於各測定週齡期間皆無顯著差異 (表 3)。鄭等 (2014) 使用三品種土

番鴨，於 3 – 12 週齡間的平均隻日飼料採食量為 150 g、蘇等 (2016) 使用三品種土番鴨，於 3 – 12 週齡間的平均隻日飼料採食量為 162 g 以及蘇等 (2018a) 將二品種土番鴨分別飼養於不同床面上，結果顯示各處理組土番鴨 3 – 12 週齡的平均隻日飼料採食量為 151 – 156 g 間。由以上文獻結果顯示，本試驗土番鴨飼料採食量並無太大變化，顯示試驗使用的不同床面並未對於試驗鴨隻的平均隻日採食量造成顯著影響。各處理組 3 – 7、7 – 10、10 – 12 及 3 – 12 週齡飼料轉換率 (飼料 / 增重) 分別介於 2.45 – 2.52、3.98 – 4.91、12.32 – 17.75 及 3.73 – 4.01 之範圍，各組間於各測定週齡期間皆無顯著差異 (表 3)。於 3 – 12 週齡時，各組間飼料轉換率雖然無顯著差異，但以塑膠床面組其飼料轉換率 3.73 有數據上最低的趨勢。此係因塑膠床面組 3 – 12 週齡鴨隻增重為 2,754 g，較其他三組為重，且各處理組鴨隻之採食量皆相似，介於 163 – 165 g 之範圍，導致其飼料轉換率較其它三組為佳。

表 3. 複合型床面對二品種土番鴨生長性能之影響

Table 3. The effects of composite floors on the growth performance of the two-way crossbred mule duck

Item	Floor treatments (Half stainless mesh floor with)			
	rice hull litter	plastic floor	wooden slats floor	non-slip rubber floor
WK-of-age	----- Body weight, g/ bird -----			
3	532 ± 8	529 ± 7	532 ± 6	523 ± 5
7	2,266 ± 32 <sup>a</sup>	2,160 ± 22 <sup>bc</sup>	2,246 ± 25 <sup>ab</sup>	2,150 ± 24 <sup>c</sup>
10	2,999 ± 48 <sup>ab</sup>	3,057 ± 28 <sup>ab</sup>	3,110 ± 39 <sup>a</sup>	2,924 ± 37 <sup>b</sup>
12	3,242 ± 39 <sup>a</sup>	3,283 ± 30 <sup>a</sup>	3,269 ± 37 <sup>a</sup>	3,105 ± 37 <sup>b</sup>
	----- Body weight gain, g/bird -----			
3 – 7	1,734 ± 135	1,631 ± 17	1,714 ± 35	1,627 ± 53
7 – 10	733 ± 72	897 ± 27	864 ± 5	774 ± 32
10 – 12	243 ± 76	226 ± 6	160 ± 42	181 ± 33
3 – 12	2,710 ± 134	2,754 ± 33	2,738 ± 72	2,582 ± 57
	----- Feed consumption, g/bird/day -----			
3 – 7	151 ± 7	147 ± 3	153 ± 2	142 ± 5
7 – 10	169 ± 6	173 ± 7	171 ± 1	174 ± 3
10 – 12	188 ± 7	181 ± 5	180 ± 4	192 ± 3
3 – 12	165 ± 6	163 ± 1	165 ± 1	164 ± 1
	----- Feed conversion ratio, feed/gain -----			
3 – 7	2.45 ± 0.08	2.52 ± 0.02	2.51 ± 0.05	2.45 ± 0.04
7 – 10	4.91 ± 0.44	3.98 ± 0.17	4.16 ± 0.02	4.75 ± 0.28
10 – 12	13.30 ± 4.02	12.32 ± 1.04	17.75 ± 3.80	15.75 ± 2.42
3 – 12	3.85 ± 0.10	3.73 ± 0.06	3.80 ± 0.10	4.01 ± 0.08

<sup>a, b, c</sup> Means in the same row without a common superscript differ ( $P < 0.05$ ).

Means ± SE.

複合型床面對二品種土番鴨第八主翼羽長度與足墊損傷之影響，如表 4 所示。各處理組 7 及 10 週齡主翼羽平均長度分別介於 5.5 – 6.4 公分及 17.1 – 18.2 公分，各組間無顯著差異；唯以橡膠止滑床面組之 12 週齡主翼羽長度 20.8 公分顯著較其它三組為短 ( $P < 0.05$ )。由以上試驗結果得知，於 7 – 10 週齡時是土番鴨主翼羽發育快速之時期，各處理組之主翼羽在此時期皆生長 10 公分以上。

於 7、10 及 12 週齡時測定足墊損傷評分，以稻殼墊料床面組最佳，木條床面組與塑膠床面組次之，橡膠止滑床面組最差 ( $P < 0.05$ ) (表 4)。由以上試驗結果得知，使用稻殼墊料床面可明顯有助維護鴨隻之足墊健康。此結果與蘇等 (2018b) 的試驗結果相似，該試驗結果顯示，於土番鴨 12 週齡時，飼養於稻殼墊料床面的鴨隻，不論有無水池，其足部受傷的比率為 0 – 3.3%，顯著 ( $P < 0.05$ ) 低於如水泥與塑膠床面鴨隻的 90% 以上受傷比率。本試驗使用之木條床面與塑膠床面組鴨隻所測得之足墊損傷程度雖尚不及稻殼墊料床面組者，然而足墊健康狀況尚稱良好，顯示此兩種床面亦為非開放式鴨舍內飼養土番鴨可考量之床面材質。

表 4. 複合型床面對二品種土番鴨主翼羽與足墊損傷之影響

Table 4. The effects of composite floors on the growth performance of the two-way crossbred mule duck

Item	Floor treatments (Half stainless mesh floor with)			
	rice hull litter	plastic floor	wooden slats floor	non-slip rubber floor
WK-of-age	----- Length of 8 <sup>th</sup> primary feather, cm -----			
7	5.5 ± 0.26	5.9 ± 0.20	6.4 ± 0.30	6.4 ± 0.30
10	17.7 ± 0.52	18.2 ± 0.48	17.1 ± 0.64	17.7 ± 0.52
12	22.2 ± 0.32 <sup>a</sup>	22.6 ± 0.24 <sup>a</sup>	22.2 ± 0.31 <sup>a</sup>	20.8 ± 0.33 <sup>b</sup>
	----- Footpad damage, Score -----			
7	0.03 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.65 ± 0.11 <sup>b</sup>	0.67 ± 0.12 <sup>b</sup>	1.32 ± 0.14 <sup>a</sup>
10	0.15 ± 0.05 <sup>c</sup>	1.12 ± 0.14 <sup>b</sup>	0.98 ± 0.14 <sup>b</sup>	2.45 ± 0.21 <sup>a</sup>
12	0.40 ± 0.10 <sup>c</sup>	1.70 ± 0.17 <sup>b</sup>	1.68 ± 0.16 <sup>b</sup>	2.55 ± 0.19 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same row without a common superscript differ ( $P < 0.05$ ).

Means ± SE.

## II. 屠體性狀

在屠體性狀方面，於 12 週齡時每重複逢機取樣公母各 1 隻犧牲，各處理組平均活體重介於 3,239 — 3,314 g，各組間並無顯著差異；在屠宰率方面，各處理組平均屠宰率介於 81.4 — 81.9%，各組間亦無顯著差異（表 5）。蘇等 (2013) 指出飼養在水簾式鴨舍 12 週齡土番鴨其各處理組平均屠宰率介於 80.2 — 82.7%，本試驗結果與之相似。在胸肉重方面，於 12 週齡時各處理組平均胸肉重介於 584 — 617 g，各組間並無顯著差異。蘇等 (2018a) 指出飼養在室內鴨舍與非開放式鴨舍 12 週齡土番鴨其胸肉重介於 538 — 607 g，本試驗結果與之相似。

表 5. 複合型床面對二品種土番鴨屠體性狀之影響

Table 5. The effects of composite floors on the carcass traits of the two-way crossbred mule duck

Item	Floor treatments (Half stainless mesh floor with)			
	rice hull litter	plastic floor	wooden slats floor	non-slip rubber floor
Body weight, g	3,289 ± 68	3,293 ± 69	3,314 ± 44	3,239 ± 65
Carcass weight, g	2,689 ± 49	2,693 ± 63	2,714 ± 40	2,639 ± 35
Dressing percentage, %	81.7 ± 0.4	81.8 ± 0.4	81.9 ± 0.2	81.4 ± 0.4
Breast weight, g	595 ± 40	617 ± 17	588 ± 30	584 ± 21

Means ± SE (n = 6 group).

## 結 論

本試驗旨在探討複合型床面對土番鴨生長性能、屠體性狀、主翼羽長度及足墊損傷狀況之影響，以評估舍內高床飼養二品種土番鴨之可行性。試驗結果得知，在 12 週齡活體重方面，以橡膠止滑床面組平均活體重為 3,105 g 顯著較其它三組為輕 ( $P < 0.05$ )。在 3 — 12 週齡日增重、採食量、飼料轉換率及胸肉重各方面，各處理組間都相近且正常。鴨隻飼養於橡膠止滑床面，12 週齡主翼羽生長顯然受阻，同時也顯著影響鴨隻的足墊健康，反之，鴨隻飼養於稻殼墊料床面的足墊健康最佳，由本試驗結果得知，若同時考量活體重、飼料轉換率、主翼羽長度、足墊損傷狀況及胸肉重等生長性能，鴨舍複合型床面建議採用以一半不銹鋼網狀床面搭配一半稻殼墊料床面為宜。

## 參考文獻

- 沈添富。1988。鴨隻營養分需要量手冊。國立臺灣大學畜牧學系，臺北市。
- 林榮新、蘇晉暉、林育安、曾再富、鄭智翔、劉秀洲。2019。不同鴨床材質對土番鴨生長性狀與屠體性狀之影響。

- 畜產研究 51：114-121。
- 胡怡浩、戴謙、王政騰。1999。大型番鴨之選育 II. 肉用番鴨生長性能檢定。畜產研究 32：63-70。
- 陳盈豪、陳添福、王政騰。2001。水浴對雛土番鴨生長及尾脂腺之影響。畜產研究 34：297-304。
- 黃振芳、李舜榮、林達德、陳保基、王政騰。1993。不同飼養環境對三品種土番鴨生長及屠體之影響。畜產研究 26：203-211。
- 鄭智翔、蘇晉暉、林美峰、廖志偉、黃振芳、陳文賢、范耕榛、施柏齡、李春芳、林榮新。2014。飼糧中以粉碎稻穀取代玉米對土番鴨生長性狀之影響。畜產研究 47：169-176。
- 蘇晉暉、曾再富、林育安、鄭智翔、黃振芳、林榮新。2013。水簾式鴨舍飼養密度對土番鴨生長性能之影響。畜產研究 46：219-227。
- 蘇晉暉、蕭掾瀚、林育安、鄭智翔、黃振芳、劉秀洲、范耕榛、林榮新。2016。飼糧中甘藷取代玉米對土番鴨生長性能與屠體性狀之影響。畜產研究 49：209-214。
- 蘇晉暉、林育安、曾再富、鄭智翔、黃振芳、劉秀洲、林榮新。2018a。不同飼養環境對土番鴨生長性能與屠體性狀之影響。畜產研究 51：68-74。
- 蘇晉暉、林育安、曾再富、鄭智翔、劉秀洲、林榮新。2018b。水浴條件及鴨床材質對土番鴨生長性能與屠體性狀之影響。中畜會誌 47：85-94。
- Bouverot, P., B. Hildwein and D. LeGoff. 1974. Evaporative water loss, respiratory pattern, gas exchange and acid-base balance during thermal panting in Pekin ducks exposed to moderate heat. *Respir. Physiol.* 21: 255-269.
- Council of Europe. 1999a. Recommendation concerning domestic ducks (*Anas platyrhynchos*).
- Council of Europe. 1999b. Recommendation concerning Muscovy ducks (*Cairana moschata*) and hybrids of Muscovy and domestic ducks (*Anas platyrhynchos*).
- Hester, P. Y., F. A. Pisson, E. K. Wilson, R. L. Adams and W. J. Stadlman. 1981. Feed/gain ratios of white Pekin ducks as affected by age and environment temperature. *Poult. Sci.* 60: 2401-2406.
- Hocking, P. M., R. K. Mayne, R. W. Else, N. A. French and J. Gatcliffe. 2008. Standard European footpad dermatitis scoring system for use in turkey processing plants. *World's Poult. Sci. J.* 64: 323-328.
- Lesson, S. 1986. Nutritional considerations of poultry during heat stress. *World's Poult. Sci. J.* 42: 69-81.
- SAS. 2011. SAS user guide: Statistics, SAS Inst., Cary, NC.
- Rodenburg, T. B., M. B. M. Bracke, J. Berk, J. Cooper, J. M. Faure, D. Guémené, G. Guy, A. Harlander, T. Jones, U. Knierim, K. Kuhnt, H. Pingel, K. Reiter, J. Servière and M. A. W. Ruis. 2005. Welfare of ducks in European duck husbandry systems. *World's Poult. Sci. J.* 61: 633-646.
- Teeter, R. G. and T. Belay. 1996. Broiler management during heat stress. *Anim. Feed Sci. Technol.* 58: 127-142.
- Yahav, S. A. 2000. Domestic fowl-strategies to confront environment conditions. *Avian Poult. Biol. Rev.* 11: 81-95.

# The effects of composite floors on the growth performance and carcass traits of two-way crossbred mule duck <sup>(1)</sup>

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

Received: Apr. 30, 2020; Accepted: Nov.13, 2020

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of composite floors on mule ducks' growth performances, carcass traits, primarily feather length and foot pad damage condition to evaluate the feasibility of rearing mule ducks in a raised floor duck house. A total of 240 two-way crossbred mule ducklings aged 3 weeks were allocated randomly into 4 treatment groups and fed on four different composite floors; namely half stainless mesh floor with half rice hull, half stainless mesh floor with half plastic floor, half stainless mesh floor with half wooden slats floor, and half stainless mesh floor with half non-slip rubber floor. Each of the treatment group repeats 3 times, with 20 ducks repeated, consisting 50% each of male and female duck, all treatments given the same diets. Ducks individual body weight, feed consumption was determined for calculating feed intake, body weight gain, feed conversion ratio at 3, 7, 10 and 12 weeks of age and the 8<sup>th</sup> primary feather length and footpad damage scores at 7, 10 and 12 weeks of age. One male and one female duck from each replicate were sacrificed at 12 weeks of age for carcass traits determination. The results showed that average body weight at 12 weeks of age was in the range of 3,105 ~ 3,283 g. The average body weight of ducks raised on the non-slip rubber floor group was 3,105 g and was significantly lighter than the other three groups ( $P < 0.05$ ). The average primarily feather length at 12 weeks of age was in the range of 20.8 ~ 22.6 cm. The primarily feather length of ducks raised on the non-slip rubber floor group was significantly shorter than the other three groups ( $P < 0.05$ ). The foot pad damage score at 12 weeks of age of ducks raised on the rice hull treatment was 0.4, significantly better than the other three groups ( $P < 0.05$ ). According to the results of this experiment, it is recommended to apply the half stainless mesh floor with half rice hull in the duck house when ducks' live body weight, feed conversion ratio, primarily feather length, footpad damage and breast meat weight were taken into consideration concurrently.

Key words: Carcass traits, Composite floors, Growth performance, Mule duck.

---

(1) Contribution No. 2653 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 60004, Taiwan, R. O. C.

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



# 家禽產業農民從農因素、財務狀況 及風險自我評估之調查分析<sup>(1)</sup>

張以恆<sup>(2)(3)</sup>

收件日期：109 年 5 月 4 日；接受日期：109 年 11 月 13 日

## 摘 要

本研究藉由調查臺灣地區家禽產業農民之基本資料、從農因素、財務狀況及自我風險評估等資訊，研究家禽業之組成結構與從業者之屬性特徵及投資行為，以提供國內家禽產業經營管理及自我檢核之參考。研究統計 107 份有效問卷，受訪者中男性佔 81.3%，有 81.7% 為專職家禽產業農民，82.2% 為家中經濟主要來源。主要經營資金 35.5% 向農會借貸及 46.7% 為自有資金。交叉分析顯示家禽業者之資金來源，和專職與否、營運資金額度、週轉資金額度以及從農目的之間具顯著關係；84.2% 兼職者 60 – 70% 營運資金不超過 500 萬元者以及 50 – 80% 非以開創事業目的經營者以自有資金從農投資，80% 營運資金 500 萬元以上者以及 60.3% 以成為專業農民為從農目的者具有貸款，分析結果顯示以家禽產業為職涯發展目標的全職經營者可能營運資金較高，並較兼職者具有還款能力及動力，而在專職、資金額度與從農目的不同與資金來源間具有顯著關係。調查顯示多數家禽業者沒有相關學歷背景，但具實際飼養經驗；其中 57.0% 為農二代，僅 9.3% 為農業相關科系畢業，而有 5 年以上務農經驗者佔 74.0%，並有 84.9% 受訪者有 1 項以上農場工作經驗。調查受訪者自我風險認知，以 1 至 10 分表示自我評估所能承擔的從農風險高低，結果顯示家禽產業農民自評可承受風險程度平均為  $6.3 \pm 2.0$  分，以年齡風險承受度區分，高風險承受組 (36 – 45 歲) 自評可承受風險程度為  $7.1 \pm 2.1$  分，有高於其他組別之趨勢。

關鍵詞：家禽產業、從農因素、財務狀況、自我風險評估。

## 緒 言

雞肉可說是現代人飲食的重要肉類來源之一，根據 2018 年農業統計年報 (行政院農業委員會，2018a) 顯示，國人雞肉消費量比例逐年提升，2009 至 2017 年家禽肉從每年人均供給量 30.3 kg 提升至 34.3 kg，僅次於豬肉 38.1 kg 至 36.5 kg，到 2018 年家禽肉人均供給量 38.6 kg 已超過豬肉 37.3 kg，顯示臺灣禽肉消費市場甚大，且有持續增長的潛力。臺灣肉雞產業發展蓬勃，2018 年糧食供需年報 (行政院農業委員會，2018b) 顯示從 2009 年起每年肉雞生產量均維持在 50 至 54 萬公噸以上，至 2018 年雞肉生產達 596,911 公噸、出口 5,211 公噸，可見肉雞產業在臺灣肉品交易市場的重要地位。白肉雞產業多採契約飼養、電宰及銷貨一條龍式的垂直經營，產銷較有色肉雞穩定。土雞產業方面，自 2013 年實施傳統市場禁宰活禽，加上進口冷凍雞肉、國人消費習慣及外食人口比例增加等因素，臺灣土雞產業結構上受到挑戰，須適度因應調整轉型，以符合目前國人消費趨勢 (陳，2014)。在農業轉型及從農人口逐漸減少下，仍在產業中持續發展或選擇加入的農民背景目的與誘因為何，知識背景、從農原因及財務現況等面向均值得進一步探討。

產業結構在轉型過程中改變，涵蓋面向包含需求結構、生產結構、投入結構及人力結構等的同步變化 (鄭，2003)。原屬於勞力密集第一級產業的農業，研究發現農業就業人數與比率逐年持續下降，就業人數及比率分別由 1982 年的 128 萬人及 19.6%，降為 2000 年 74 萬人及 8.0% (鄭，2003)，不難發現從事農業人口組成早已改變。在畜牧業朝向永續發展轉型為農企業的途中，需探討目前產業人力結構組成，無論是農二代繼承家族事業、青農回鄉、畜產新鮮人從農創業或是老農經營為主，了解農民投入農業經營之因素，才能在施政與輔導上給予產業或個人所需要的相應協助。在韓國，農村青年外移求職的現象屢見不鮮，探究其從農意願較低之原因，可能與青年有農業

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2654 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所技術服務組。

(3) 通訊作者，E-mail: ihchang@tlri.gov.tw。

勞力辛苦、利潤偏低及收入不穩等認知，成為不願意從事農業工作的因素 (Kang, 2010)。如能夠藉由調整政策提供協助以排除青年不願從農之因素，或許可以吸引更多青年或高等教育背景者願意從農，帶動產業復甦並活化產業能量，強化農業永續經營之人才力量。韓國農業水產學院自 2000 年來的畢業生，有 90% 投入農場工作，其收入是平均農場收入的二倍或以上 (Ma, 2014)。韓國政府有鑑於農業教育正規體系式微，成立公費制的國立農業大學培植農二代，成為農業人力培育政策法制化的實現。農委會過去曾推動新農業運動之漂鳥計畫，鼓勵 18 至 35 歲年輕人走入農村、體驗農業，希望透過後續輔導措施，讓部分青年由漂鳥變留鳥，投入農業生產中，使農產業人口年輕化 (林, 2010)。在調查 2006 至 2008 年漂鳥計畫新進農民從農因素研究中發現，受訪者選擇目前經營之農業項目原因主要為自己的興趣者占 59.8%，其次為繼承家族事業的農二代占 40.2%，覺得有發展潛力占 34.3%，參與農業教育訓練得到啟發進而從農的占 20.6%，而轉行從農的受訪者高達 80%，主因是因喜愛鄉村環境與生活等相關因素 (林, 2012)，顯示不同族群的從農原因及目的不同，設立之目標、追求之報酬及所需之輔導協助也可能具有差異。

農場經營能力與其財務管理模式息息相關，農場之經營診斷分析逐漸被政府農業輔導單位與學術機構重視，農民對其所經營農場之營收成果有所概念，並對其他同業之經營概況有所了解，才能調整自我經營方向與績效。由農民之從農因素及財務狀況等角度進行探討 (王等, 2011; 張, 2016)，可了解產業組成結構及農民個人可能配合政策意願之誘因，適度調整政策或針對不同需求族群提供不同輔導協助，以達推動政策效率化並擴展商業利基。先前研究曾針對花卉、柑桔、嫁接梨、文旦及蔬菜共 5 種產業，蒐集其農場財務分析報告及資料，以期建立農場財務分析綜合指標 (游及陳, 2000)，結果顯示財務分析綜合指標以 60% 及 40% 分別為活動力及收益力因素之加權數，其中資產週轉率與固定資產週轉率屬於活動力因素，投資報酬率、資本報酬率及土地生產力則同屬收益力因素。然調查以產業別分數進行變異數分析，各產業之綜合指標得分並無顯著差異，所收集到之數據資料尚不足夠提供具體農業發展方向建議之結果。先前調查結果反應出農場調查執行上資料蒐集不易為其較困難之處，農民本身不清楚所調查之資訊內容、不願提供營業訊息、認為調查資料為商業機密、或沒有時間配合較深入之訪談等，均容易造成樣本數不足夠，使農場財務分析調查較難完整及全面性地呈現，也因此能夠收集到的資訊相對寶貴。本研究藉由調查臺灣地區家禽產業農民之從農因素及財務狀況，探討家禽產業農民基本資料、學經歷背景、從農原因、財務狀況及風險管理概念等屬性特質，分析農民各項屬性特徵與其投資行為是否具有關聯性，以了解國內家禽產業結構及現況，未來可進一步分析家禽產業農民可承受風險程度之客觀評分及相對風險態度，提供家禽產業農民經營管理及自我風險檢核之依據。

## 材料與方法

### I. 問卷設計及研究對象

本研究為透過行政院農業委員會輔導處及國立臺北大學輔導團隊指導，結合農委會所屬各試驗單位及改良場研究人員，進行跨單位經營管理輔導成效共同研究，設立調查目標共同研擬調查方式及內容，設計問卷內容及確立標準化調查工具，經由工作坊專家確認問卷內容效度並討論各題項及評分標準後定稿問卷。本研究於 2019 年度針對從事家禽產業生產農民進行調查，內容包含基本資料、從農背景、財務狀況及自我風險評估進行分析，主要調查對象為畜產試驗所農民學院家禽相關訓練班培訓學員、農民學院結業學員、各家禽產業班會、農業政策宣導說明會等場合發放問卷調查。

### II. 問卷內容及調查方式

問卷以紙本及 google 表單兩種形式進行調查，配合農民使用習慣及場合選擇問卷填答形式，google 表單主要填答對象為畜產試驗所農民學院培訓學員及農民學院結業學員，紙本問卷發放及回收時機主要為畜產試驗所農民學院培訓學員、各家禽產業班會及農業政策宣導說明會等集會場合。問卷共 17 題，內容如下：

#### (i) 基本資料

1. 請問您是否為農場經營者？(是、否)
2. 請問您的性別 (Gender)？(男、女)
3. 目前主要職業 (Occupation)？(專業農、兼業農)
4. 是否為農二代 (Second generation of farmer)？(是、否)
5. 是否為農校科系畢業 (Agricultural academic background)？(是、否)
6. 請問您的出生年 (Age)？(民國 \_\_\_\_\_ 年)
7. 請問您的教育程度 (Education)？(國小及以下、國中、高中職、大專大學、研究所及以上)
8. 請問您主要生產的農作物為何？(蔬菜、果樹、花卉、雜糧、稻米、茶、特用作物、菇類、毛豬、牛、鹿、

羊、兔、肉雞、蛋雞、水禽、火雞、鴛鳥、水產養殖、休閒農業、養蜂、其他)

9. 請問您認為您從農可承擔風險的程度 (Self-assessment risk tolerance) ? (\_\_\_\_\_ 分, 1 到 10 分, 越高分表示能承擔的風險越高)

(ii) 從農背景

1. 請問您實際務農的經驗為幾年 (Years of farming) ? (\_\_\_\_\_ 年)
2. 請問您曾經有過那些農業相關經驗 (Agricultural experience) ? ( 無相關經驗、農事體驗、農場實習、農產品販售、農場打工、協助家族農場工作 )
3. 請問您從事農業最主要的目的為何 (Reasons for engaging in agriculture) ? ( 享受鄉居生活、為了自身及家人健康、投入環保與綠色產業、兼職農業生產、成為專業農民開創個人事業 )

(iii) 財務狀況

1. 是否為家中經濟主要來源者 (Breadwinner) ? ( 是、否 )
2. 從農資金來源 (Sources of funds)( 可複選 ) ? ( 自有資金、農會借貸、農業金庫借貸、其他非農業金融機構借貸、其他 )
3. 請問您個人近三年來投入農業經營的營運資金 (Working capital) ? ( 總計新臺幣 \_\_\_\_\_ 萬元 )
4. 請問您每年平均的週轉金額 (Emergency money) ? ( 總計新臺幣 \_\_\_\_\_ 萬元 )
5. 請問您個人／家庭擁有多少土地 (Land area) ? ( 總計 \_\_\_\_\_ 公頃, 自有 Owned land \_\_\_\_\_ 公頃, 租賃 Leased land \_\_\_\_\_ 公頃 )

### III. 統計分析

本研究調查彙整問卷資料建檔後, 利用 SPSS 25.0 統計軟體 (SPSS, 2017) 進行數據分析, 以描述性統計分析研究對象之基本特質及各變數之樣本分布情形, 分析目前臺灣地區家禽產業農民之面貌與特徵, 並進行重點題項之卡方檢定 (Pearson's Chi-square Test) 及變異數分析 (Analysis of Variance, ANOVA)。

## 結果與討論

### I. 基本資料

本試驗調查回收 173 份, 收集肉雞、蛋雞及水禽等家禽產業農民填寫之問卷, 排除漏答比例高、非已從農、非家禽產業農民等無效問卷, 統計有效問卷共 107 份, 有效問卷率約 61.8%, 其中男性 87 位, 女性 20 位。回收問卷中受訪者主要集中於臺南及彰化等中南部縣市。受訪者基本資料之描述分析如表 1, 調查顯示受訪之家禽產業農民性別以男性居多, 占 81.3%, 全職家禽產業農民占 81.7%, 82.2% 受訪者為家中經濟主要來源。在農業專業背景方面, 多數家禽業者沒有農業相關科系畢業學歷, 但具實際飼養經驗。學歷方面, 僅 9.3% 業者為農業相關科系畢業, 教育程度 47.7% 集中於高中職畢業, 29.9% 為大專大學畢業; 實際經驗方面, 57.0% 為農二代, 並有 74.0% 受訪者有 5 年以上務農經驗, 84.9% 曾有 1 項以上農場工作經驗。結果顯示受訪家禽產業農民較缺乏專業教育背景而具有豐富的農場實務經驗; 近六成為農家子弟, 承襲家中養禽產業經驗接手經營, 八成以上受訪者有農事體驗、農場實習、農產品販售、農場打工或協助家族農場工作等至少 1 項農業相關經驗。本調查中家禽產業農民 57.0% 為承襲家中事業之第二代, 與臺中區農業訓練中心學員的調查結果非常相似 (陳及陳, 2018), 農二代占 58.7%, 該調查對象主要為蔬菜及水果種植農民。

調查受訪家禽產業農民從農之主要目的, 包含享受鄉居生活、為了自身及家人健康、投入環保與綠色產業、兼職農業生產、成為專業農民開創個人事業等選項, 結果顯示, 大多數家禽業者從農目的是希望成為專業農民開創個人事業, 占 69.5%, 其次為兼職農業生產占 14.3%, 11.4% 為享受鄉居生活, 少部分 3.8% 為了自身及家人健康而投入家禽產業生產, 僅 1.0% 的受訪者是為了投入環保與綠色產業而加入家禽飼養業, 顯示臺灣家禽產業農民屬性以專業經營為主。

### II. 財務狀況

由基本調查可知, 受訪家禽產業農民中 82.2% 為家庭經濟主要來源, 分析其經營財務狀況如表 2, 顯示受訪者之從農資金來源, 46.7% 為自有資金, 其餘約 50.3% 之業者需借貸經營資金, 其中 35.5% 借貸對象為農會, 5.6% 為農業金庫借貸, 亦有 9.3% 之業者向其他非農業金融機構借貸。金額方面, 受訪者之營運資金分布較為平均, 未超過 100 萬元者占 22.9%, 100 — 199 萬元者占 19.3%, 200 — 499 萬元者占 21.7%, 500 — 999 萬占 12.0%, 1,000 萬元以上者占 24.1%, 顯示家禽業者之營運額度差異甚大, 而週轉資金方面, 多數受訪者並未儲備超過 100 萬元, 占 42.3%, 100 — 199 萬元者占 16.9%, 200 — 499 萬元者占 23.9%, 500 — 999 萬元者占



8.5%，1,000 萬元以上者占 8.5%。依據行政院農業委員會農業金融局《提升畜禽產業經營貸款要點》第 12 點規定，提升家禽產業經營類之貸款額度，為每一借款人最高貸款額度為新臺幣 2,000 萬元，其中週轉金最高貸款額度為新臺幣 500 萬元。參考貸款法規，週轉資金約不超過營運資金之 1/4，本研究調查之家禽受訪者大致符合此範圍。另外，可能因資金部分較屬營業秘密，許多受訪者不願意填答，在營運及週轉資金題項之遺漏值偏高。

表 1. 受訪家禽產業農民基本資料

Table 1. Basic information of respondent poultry farmers

Items	Options	Count	Valid percent (%)
Gender	Male	87	81.3
	Female	20	18.7
Occupation	Full time	85	81.7
	Part time	19	18.3
	Missing value	3	—
Breadwinner	Yes	88	82.2
	No	19	17.8
Second generation of farmer	Yes	61	57.0
	No	46	43.0
Agricultural academic background	Yes	10	9.3
	No	97	90.7
Education	Elementary school and below	5	4.7
	Junior high school	14	13.1
	Senior high school	51	47.6
	College / University	32	29.9
	Graduate School	5	4.7
Years of farming	Less than 3 years	6	5.8
	3 — 4 years	21	20.2
	5 — 9 years	17	16.3
	10 — 14 years	8	7.7
	15 years or more	52	50.0
Agricultural experience	None	16	15.1
	1	54	51.0
	2 — 3	28	26.4
	4	1	0.9
	5	7	6.6
	Missing value	1	—
Reasons for engaging in agriculture	Enjoy country life	12	11.4
	For self or family health purpose	4	3.8
	Invest in environmental protection and green industry	1	1.0
	Part-time farmer	15	14.3
	Build up a business career as professional farmer	73	69.5
	Missing value	2	—

受訪者之飼養土地面積分布較為平均，< 0.5 公頃者占 26.3%，≥ 0.5 — < 1 公頃者占 27.4%，≥ 1 — < 5 公頃者占 36.8%，≥ 5 公頃者占 9.5%，顯示不同家禽業者之間飼養土地面積具有較高之差異性，可能與各業者飼養數量差異而經營規模不同，以及籠飼、平飼與放牧等飼養模式之差異性較高有關。觀察受訪之家禽業者土地所有

權狀況，自有土地比例較高，計有 73 位具自有土地，約占填答者之 89.0%，23 位有租賃土地，僅占 27.7%。土地面積及所有權狀況填答率亦較差，除營業秘密考量外，訪談過程中發現部分受訪者不清楚實際土地面積或單位換算困難，在所有權部分顯示較總土地面積更高的遺漏值，顯示部分受訪者可能不確定土地所有權之比例。

表 2. 受訪家禽產業農民財務狀況

Table 2. Financial status of respondent poultry farmers

Items	Options	Count	Valid percent (%)
Sources of funds	Others	3	2.8
	Own funds	50	46.7
	Peasant association loan	38	35.5
	Agricultural treasury loan	6	5.6
	Non-Agricultural financial institutions loan	10	9.4
Working capital	Less than 1 million	19	22.9
	1.00 – 1.99 million	16	19.3
	2.00 – 4.99 million	18	21.7
	5.00 – 9.99 million	10	12.0
	10 million or more	20	24.1
	Missing value	24	
Emergency money	Less than 1 million	30	42.2
	1.00 – 1.99 million	12	16.9
	2.00 – 4.99 million	17	23.9
	5.00 – 9.99 million	6	8.5
	10 million or more	6	8.5
	Missing value	36	—
Land area	None	0	0.0
	< 0.5 hectare	25	26.3
	≥ 0.5 or < 1 hectare	26	27.4
	≥ 1 or < 5 hectares	35	36.8
	≥ 5 hectares	9	9.5
	Missing value	12	—
Owned land	None	9	11.0
	< 0.5 hectare	23	28.1
	≥ 0.5 or < 1 hectare	17	20.7
	≥ 1 or < 5 hectares	27	32.9
	≥ 5 hectares	6	7.3
	Total (with owned land)	73	89.0
	Missing value	25	—
Leased land	None	60	72.3
	< 0.5 hectare	10	12.05
	≥ 0.5 or < 1 hectare	3	3.6
	≥ 1 or < 5 hectares	10	12.05
	≥ 5 hectares	0	0.0
	Total (with leased land)	23	27.7
	Missing value	24	—



## III. 從農資金交叉分析

資金來源為農業生產投資之要素，為了解受訪者各項屬性與資金來源是否具關聯性，進一步以交叉分析探討家禽產業受訪者之性別、全職與否、是否為農家子弟、專業背景、資金額度及土地所有權等屬性資料，以卡方檢定分析其與各種資金來源之關聯。結果如表 3 顯示，受訪者從業資金主要來源為自有資金及農會借貸；卡方檢定結果顯示家禽業者之資金來源和專職或兼業 ( $P = 0.001$ )、營運資金額度 ( $P = 0.003$ )、週轉資金額度 ( $P = 0.035$ ) 以及從農目的性 ( $P = 0.015$ ) 之間具顯著關係。

表 3. 家禽產業農民基本資料屬性與從農資金來源交叉分析表

Table 3. Cross analysis of basic information of respondent poultry farmers and sources of funds

Sources of funds		Own funds		Peasant association loan		Others (Agricultural treasury loan and others)		Total	Pearson's Chi-square test
Items		Count	%	Count	%	Count	%	Count	P-value
Gender	Male	40	46.0	31	35.6	16	18.4	87	0.922
	Female	10	50.0	7	35.0	3	15.0	20	
Occupation	Full time	32	37.7	37	43.5	16	18.8	85	0.001**
	Part time	16	84.2	1	5.3	2	10.5	19	
Breadwinner	Yes	41	46.6	33	37.5	14	15.9	88	0.471
	No	9	47.4	5	26.3	5	26.3	19	
Second generation of farmer	Yes	30	49.2	21	34.4	10	16.4	61	0.828
	No	20	43.5	17	37.0	9	19.5	46	
Agricultural academic background	Yes	5	50.0	3	30.0	2	20.0	10	0.927
	No	45	46.4	35	36.1	17	17.5	97	
Education	Junior high school and below	9	47.4	5	26.3	5	26.3	19	0.672
	Senior high school	23	45.1	21	41.2	7	13.7	51	
	College and above	18	48.7	12	32.4	7	18.9	37	
Years of farming	Less than 4 years	18	66.7	4	14.8	5	18.5	27	0.076
	5 — 9 years	6	35.3	9	52.9	2	11.8	17	
	10 years or more	25	41.7	24	40.0	11	18.3	60	
Agricultural experiences	None	5	31.2	7	43.8	4	25.0	16	0.289
	1	31	57.4	15	27.8	8	14.8	54	
	≥ 2	14	38.9	15	41.7	7	19.4	36	
Reasons for engaging in agriculture	Enjoy country life, health purpose or environmental protection	13	76.5	1	5.9	3	17.6	17	0.015*
	Part-time farmer	8	53.3	3	20.0	4	26.7	15	
	Build up a business career as professional farmer	28	38.4	33	45.2	12	16.4	73	
Age	35 and below	5	35.7	7	50.0	2	14.3	14	0.922
	36 — 45	7	43.8	5	31.2	4	25.0	16	
	46 — 55	15	50.0	10	33.3	5	16.7	30	
	56 and above	19	47.5	14	35.0	7	17.5	40	
Working capital	< 1 million	12	63.1	6	31.6	1	5.3	19	0.003**
	1.00 — 1.99 million	11	68.8	4	25.0	1	6.2	16	
	2.00 — 4.99 million	11	61.1	3	16.7	4	22.2	18	
	≥ 5.00 million	5	16.6	17	56.7	8	26.7	30	

表 3. 家禽產業農民基本資料屬性與從農資金來源交叉分析表 (續)

Table 3. Cross analysis of basic information of respondent poultry farmers and sources of funds (continued)

Sources of funds		Own funds		Peasant association loan		Others (Agricultural treasury loan and others)		Total	Pearson's Chi-square test
Items		Count	%	Count	%	Count	%	Count	P-value
Emergency money	< 1 million	17	56.7	10	33.3	3	10.0	30	0.035*
	1.00 – 1.99 million	10	83.3	2	16.7	0	0.0	12	
	2.00 – 4.99 million	7	41.2	4	23.5	6	35.3	17	
	≥ 5.00 million	3	25.0	5	41.7	4	33.3	12	
Land area	< 0.5 hectare	9	36.0	9	36.0	7	28.0	25	0.148
	≥ 0.5 – < 1 hectare	10	38.5	13	50.0	3	11.5	26	
	≥ 1 hectares	25	56.8	11	25.0	8	18.2	44	
Owned land	None	5	55.6	2	22.2	2	22.2	9	0.131
	< 0.5 hectare	6	26.1	10	43.5	7	30.4	23	
	≥ 0.5 – < 1 hectare	7	41.2	9	52.9	1	5.9	17	
	≥ 1 hectares	19	57.6	8	24.2	6	18.2	33	
Leased land	None	25	41.7	23	38.3	12	20.0	60	0.238
	< 1 hectare	5	38.5	5	38.5	3	23.0	13	
	≥ 1 hectares	8	80.0	1	10.0	1	10.0	10	

Note: Pearson's Chi-square test P-values indicate statistical significance (\*  $P < 0.05$  and \*\*  $P < 0.01$ ). Total amount of each item did not reach 107 means missing values were included, and the sample was excluded in the cross-analysis.

不同性別受訪者之經營資金主要來源相似，而在年齡方面則有所不同，35 歲以下借貸比例較高近 70%，46 歲以上者約 50% 自有資金、50% 借貸；就教育程度方面來看，各教育程度受訪者資金來源相似，以自有資金從業者約占 50%；全職與否對於資金來源選擇具有顯著影響，兼業者投入家禽產業大多為自有資金占 84.2%，顯示全職經營者對借貸還款較具信心及能力，或是金融機構較願意核發資金等現象；是否為農家子弟或具備農業科系背景部分則不明顯影響資金來源，無論是否為家庭主要經濟來源者，在受訪家禽業者中資金來源上亦無太大區別。在營運資金額度方面，顯著與資金來源具關聯性，資金不超過 500 萬元者有 60 – 70% 均為自有資金，營運資金在 500 萬元以上者則約有 80% 均需貸款，顯示營運資金較高者之貸款需求較高；週轉資金部分亦有相似情況，與資金來源之間有顯著影響，金額低於 200 萬元者之自有資金比例較高；在土地方面，擁有較大的土地面積者多半備有自有資金，如禽場土地面積大於 1 公頃具自有資金者占 56.8%，而租賃土地大於 1 公頃者更達 80.0% 以自有資金從業。以從農之目的性觀察，享受鄉村生活、為了健康考量、投身環保產業及兼職者族群，均超過半數甚至近 80% 以自有資金從事家禽產業，而以成為專業農民為目標者有 60.3% 進行資金借貸，此項和全職兼職題項調查結果相符，顯示以家禽產業為職涯發展目標的全職經營者可能營運資金較高，除自有資金來源外仍需貸款以籌措足夠資金建置一定產業規模，並可能較兼職者具有還款能力及動力，顯示從農目的性不同和資金來源具有顯著關聯性。

#### IV. 風險自我評估

為了解臺灣家禽產業農民本身風險認知，調查時請受訪者進行自我分析，評估本身從農可承擔風險的程度，範圍為 1 至 10 分，越高分表示自我認知所能承擔的風險越高。本次受訪者年齡分布在 25 – 79 歲之間，平均年齡為  $52 \pm 12.6$  歲，中位數為 53 歲，受訪者各年齡層次數分布如圖 1。研究將受訪者依據年齡區間 (Onsomu *et al.*, 2017) 將各年齡層之從農風險承受度分為四組進行分析，分為青年組 (35 歲以下)、青壯組 (36 – 45 歲)、中年組 (46 – 55 歲)、資深組 (56 歲以上) 等四組，風險承受度一般隨年齡變化，從年輕逐漸上升後再下降，以青壯組可承受之風險最高，青年組次之，再者為中年組，而資深組可承受之風險最低。檢視家禽產業農民年齡風險因子與自評可承受風險程度之間關係，年齡範圍屬於高風險承受組的青壯年者，本身是否也認為自身可承擔較高的從農風險。受訪家禽業者自我評估可承受風險程度分布列於表 4，中位數落在 6 分，眾數為 5 分，平均為  $6.3 \pm 2.0$  分。表 5 為各風險承受度年齡層之自評可承受風險程度，由變異數分析結果 (表 6) 顯示依照年齡

區間所分成的四組之間並不具顯著差異，唯青壯組（36－45歲）自我評估可承受風險程度  $7.1 \pm 2.1$  分，有高於其他組別之趨勢。

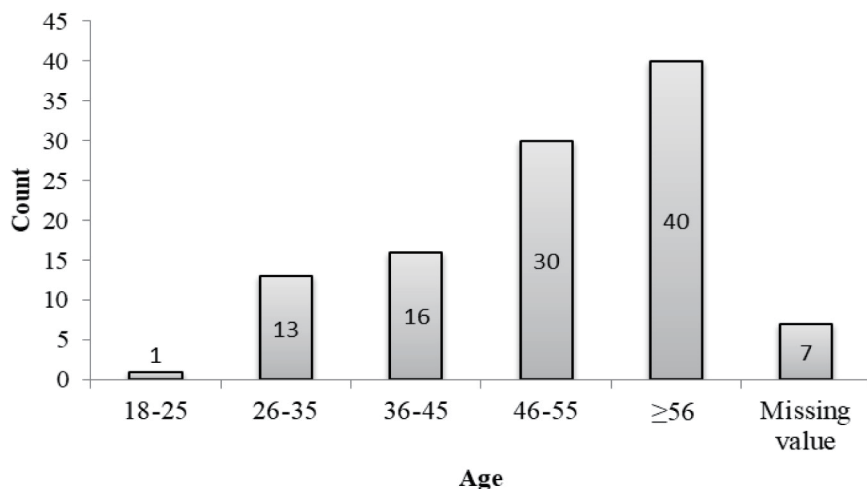


圖 1. 受訪家禽產業農民年齡分布。

Fig. 1. Age distribution of respondent poultry farmers.

表 4. 家禽產業農民自評可承受風險程度分布

Table 4. Risk tolerance distribution of self-assessment in respondent poultry farmers

Self-assessment risk tolerance	Count	Valid percent (%)
Score 1	0	0.0
Score 2	3	3.1
Score 3	6	6.2
Score 4	1	1.0
Score 5	25	25.8
Score 6	23	23.7
Score 7	8	8.2
Score 8	19	19.6
Score 9	5	5.2
Score 10	7	7.2
Missing value	10	—
Total	107	100.0

表 5. 家禽產業農民各風險承受度年齡層之自評可承受風險程度

Table 5. Risk tolerance score of self-assessment in each age bracket respondent poultry farmers

Risk tolerance of age bracket	Self-assessment risk tolerance		
	Ave.	Std.	Count
Low (Senior group, $\geq$ age 56)	6.0	2.0	37
Mid (Midlife group, age 46 — 55)	6.6	1.8	27
Mid — high (Youth group, $\leq$ age 35)	5.8	1.9	12
High (Adulthood group, age 36 — 45)	7.1	2.1	15
Missing value	—	—	16
Total	6.3	2.0	107

表 6. 各風險承受度年齡層及自評可承受風險程度之變異數分析

Table 6. Analysis of variance (ANOVA) of risk tolerance of age bracket and self-assessed risk tolerance score

One-way ANOVA	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Between Groups	18.241	3	6.080	1.566	.203
Within Groups	337.869	87	3.884	—	—
Total	356.110	90	—	—	—

## 結 論

本調查顯示臺灣家禽產業農民屬性以營利為主，在結構上有近七成業者以創業並成為專業家禽飼養者為目標，並有八成以上為全職農民，相較於兼業者或其他從農目的者，較可視為推動農業政策及專業飼養防疫知識之潛力對象。調查顯示約六成農業經營者為農二代，但同時有四成無家族經驗傳承之新血踏入農產行業作為職業，非承襲家中事業者較無既定觀念或家族壓力包袱，可能成為新知吸收傳遞、農業政策推動以及農村再生計畫等希望種子。問卷同時調查受訪者之自我風險評估概念，可初步了解家禽業者之本身風險認知，由年齡風險屬性與自我評估風險承受能力結果顯示，高風險承受度之青壯組（36—45歲）自評可承受風險程度有高於其他組別之趨勢，後續將針對業者之投資行為及經營模式等實際風險管理策略進行分析，探討臺灣地區家禽業者對風險認知與風險管理策略之情況。

## 誌 謝

本研究承本所技術服務組田憶萍小姐協助問卷內容建檔及資料整理，以及技術服務組同仁協助問卷調查回收，特此感謝。

## 參考文獻

- 行政院農業委員會。2018a。農業統計年報。https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。
- 行政院農業委員會。2018b。糧食供需年報。https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。
- 王儀真、陳美芬、方珍玲、王俊豪。2011。青年農民留農選擇之研究。農業推廣學報 28：53-67。
- 林勇信。2010。漂鳥計畫結訓學員輔導策略之研究。高雄區農業改良場年報 98 年度：93-98。
- 林勇信。2012。影響新進農民從農因素之研究 - 以漂鳥結訓學員為例。高雄區農業改良場研究會報 22：18-36。
- 張育賢。2016。青年返鄉從農及繼續留農關鍵因素之研究－以南投縣為例。國立中興大學碩士論文，臺中市。
- 鄭素珍。2003。臺灣產業結構轉變與勞動生產力變動之探討。經濟研究年刊 3：75-93。
- 陳志維。2014。推動地產地消開創臺灣土雞產業新展望。農政與農情 262：21-25。
- 陳蓓真、陳世芳。2018。農民學院臺中區農業訓練中心學員從農風險屬性之研究。農業推廣文彙 63：109-124。
- 游博任、陳凱俐。2000。農場財務分析綜合指標之建立。宜蘭技術學報 5：105-115。
- Kang, H. S. 2010. Understanding farm entry and farm exit in Korea. International Development Department, University of Birmingham. Ph.D. Dissertation, UK: Birmingham.
- Ma, S. J. 2014. How to encourage young generation to engage in farming: Korea's case. FFTC-RDA International Seminar on Enhanced Entry of Young Generation into Farming, October 21-23 2014. Korea: Jeonju. pp. 147-162.
- Onsomu, Z. N., E. Kaijage, J. Aduda and C. Iraya. 2017. Risk tolerance, demographics and portfolio performance. J. Bus. Econ. Poli. 4: 69-74.
- SPSS. 2017. SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. SPSS Inc., Chicago, IL. USA.



# Investigation and analysis on reasons for engaging in agriculture, financial status and risk self-assessment of poultry industry farmers <sup>(1)</sup>

I-Heng Chang <sup>(2)(3)</sup>

Received: May 4, 2020; Accepted: Nov. 13, 2020

## Abstract

The study investigated the agricultural background, reasons for engaging in agriculture, financial status, and risk self-assessment to explore the composition, characteristic and investment behavior of poultry farmers in Taiwan, in addition to analyzing the composition structure of poultry industries and the property traits and investment behaviors of those engaged, as the references of management strategy and self-risk checking for poultry industry. Among the 107 valid questionnaires, 81.3% respondents were male, 81.7% were full-time poultry farmers and 82.2% was the breadwinner of a family. The main source of operational funds consists of 35.5% loan from farmers' association and 46.7% using own funds. The cross-analysis shows a significant correlation between the sources of funding in poultry farmers and the availability of full-time, amount of working capital, emergency money and reasons for engaging in agriculture. In particular, 84.2% were part-timers, 60 ~ 70% have working capital under NTD 5 million and 50 ~ 80% of non-business operators use own funds to invest in poultry industry. About 80% of working capital exceeds NTD 5 million and 60.3% of developing professional career farmers have borrowed loans. The results indicated that full-timers with professional poultry farmers as their career goal might have higher working capital, ability and motivation to repay loans than part-timers. Thus the results suggest that there could be a significant correlation between the difference in occupancy, working capital and reasons for engaging in agriculture with the sources of fund. The investigation revealed that most poultry farmers did not have a relevant academic background but held actual experiences. In particular, 57.0% of respondents were second generation of farmer and only 9.3% of them graduated with an agriculture related diploma. About 74.0% had more than 5-year farming experiences, while 84.9% had at least one agriculture-related job before. With regards to the investigation on the risk self-assessment of the respondents, score 1 to 10 represents the level of self-assessment risk tolerance level. The average of poultry farmers were  $6.3 \pm 2.0$  while the high risk tolerance group (age 36 ~ 45) received a score  $7.1 \pm 2.1$ , distinguished by the age risk tolerance, indicating a higher trend than other groups.

Key words: Poultry industry, Reasons for engaging in agriculture, Financial status, Risk self-assessment.

---

(1) Contribution No. 2654 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Technical Service Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3)Corresponding author, E-mail: ihchang@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* Schamach) 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。