

ISSN 0253-9209
DOI: 10.6991/JTLR

畜產研究

第五十四卷 第三期 中華民國一一〇年 九月 季 刊

JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

Vol. 54 No. 3 September 2021



行政院農業委員會畜產試驗所

LIVESTOCK RESEARCH INSTITUTE,
COUNCIL OF AGRICULTURE, EXECUTIVE YUAN

畜產研究編審委員會

主任委員：黃振芳

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

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

EDITORS:

Y. C. LIN	B. Y. WANG	C. M. HUNG	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：沐福商行

電 話：0985-187287

出 版 日 期：中華民國 110 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 54 卷第 3 期

中華民國 110 年 9 月

目 錄

	頁
1. 源自豬隻糞便與牛瘤胃液凝結芽孢桿菌的篩選、鑑定與性狀分析劉芳爵、林幼君	148
2. 季節變化與胎次對臺灣荷蘭種泌乳牛產乳量、乳成分及乳脂肪酸組成之影響王思涵、廖曉涵、涂柏安、楊明桂、林宗毅	155
3. 飼糧添加椰子粕對阿爾拜因山羊增重及瘤胃消化之影響范耕榛、蕭宗法、李春芳	162
4. 飼糧中添加抗生素對肉雞腸道組織形態及雙醣酶活性之影響洪靖崎、陳保基、陳靜宜、朱盈安、黃懿儂、林義福	173
5. 畜產產業群聚與創新治理：青年從農個案研究賴佑宜、王斌永	182
6. 大豆及青割玉米之單植與間植青貯特性比較朱明宏、陳嘉昇、林汶鑫	189
7. 有效益芻料作物甜高粱及燕麥之生產 I. 地區輪作模式之建議陳勃聿、張世融	198
8. 家禽產業農民從農風險與相關因素之研究張以恆	206

源自豬隻糞便與牛瘤胃液凝結芽孢桿菌的篩選、鑑定與性狀分析⁽¹⁾

劉芳爵⁽²⁾⁽³⁾ 林幼君⁽²⁾

收件日期：110 年 6 月 2 日；接受日期：110 年 9 月 24 日

摘 要

芽孢桿菌屬 (*Bacillus*) 屬於革蘭氏陽性菌，具有產生細胞外酵素與形成孢子進入休眠狀態，且較不受外界環境的影響，適合作為畜禽飼料添加物。本試驗目的由豬隻糞便與牛瘤胃液中，篩選與鑑定具耐熱、耐酸、耐膽鹽，且會形成孢子之凝結芽孢桿菌 (*Bacillus coagulans*)，供作為畜禽飼料添加物用。試驗分別由豬隻糞便與牛瘤胃液中篩選出各 10 株候選菌株，經加溫誘發形成孢子與 90℃ 高溫加熱 30 分鐘殺死不形成孢子菌株，接續比對菌株 16S rDNA 核苷酸序列的相似度，挑選出 6 株近似於凝結芽孢桿菌候選菌株及基質輔助雷射脫附游離飛行時間質譜儀 (MALDI-TOF MS) 進行菌種鑑別，再測試 pH 2 與 2% 膽鹽之耐受性。結果顯示 5 株 (編號 R6、R8、R9、S7 與 S10) 為蠟樣芽孢桿菌 (*Bacillus cereus*)，僅有源自瘤胃液編號 R3 屬於凝結芽孢桿菌，且對 pH 2 與 2% 膽鹽之耐受性均高於 70%。凝結芽孢桿菌 R3 形成孢子能力經培養後每 1 mL 有 1×10^8 cfu 以上。綜上而言，篩選自瘤胃液之凝結芽孢桿菌 R3 有耐酸、耐膽鹽與形成孢子等特性，具有作為畜禽飼料益生菌使用之潛力。

關鍵詞：凝結芽孢桿菌、瘤胃液、形成孢子能力。

關鍵詞：凝結芽孢桿菌、瘤胃液、形成孢子能力。

緒 言

豬隻腸道微生物菌相對提升仔豬免疫力扮演非常重要的角色，同時腸道內微生物產生之短鏈揮發性有機酸 (如醋酸、乳酸與酪酸)，降低腸道 pH 值抑制有害菌的數量。具有保護結腸與直腸等部位，抑制有害微生物的數量 (Hillman *et al.*, 1994; Blottiere *et al.*, 2003; Biagiet *et al.*, 2006)。乳酸產品已廣泛使用於食品、飼料、化妝品、紡織工業與用於製造具有生物分解性塑膠製品之聚乳酸 (poly lactic acid, PLA)，國內目前上市的左旋乳酸產品中，大多利用澱粉類物質經微生物發酵產生 (Hofvendahl and Hahn-Hagerdal, 2000; John *et al.*, 2007)，但是運用澱粉生產之乳酸產品，不僅成本較高，同時也會發生與畜禽或人類競爭澱粉類食物的問題。因此，近年來已轉向利用木質纖維素生物質量 (lignocellulose biomass) 作為生產乳酸的原料。木質纖維素生物質量組成有纖維素 (35 – 50%)、半纖維素 (20 – 40%) 與木質素 (10 – 30%) (Saha, 2003)。一般微生物發酵木質纖維素生物質量生產乳酸，通常無法將半纖維素分解，其原因為微生物無法有效率分解五碳醣如木糖 (xylose) (Mussatto and Teixeira, 2010)。當微生物利用磷酸酮醇酶 (phosphoketolase) 代謝路徑發酵水解木糖，產生等當量之醋酸與左旋乳酸，其產生效率大約 60% (Patel *et al.*, 2006)。文獻指出，凝結芽孢桿菌可經由磷酸戊糖 (pentose phosphate) 代謝路徑，將六碳醣與五碳醣水解產生左旋乳酸與醋酸，其效率則接近 100% (Patel *et al.*, 2006; Abdel-Banat *et al.*, 2010; Lidan *et al.*, 2013)。另外在 Don *et al.* (1986) 與王等 (2020) 報告指出，凝結芽孢桿菌屬格蘭氏陽性菌可以抑制格蘭氏陰性菌，同時產生乳酸與溶菌酵素，可改善畜禽腸道菌相與降低發生下痢以及提升生長性狀等作用。因此，藉由篩選凝結芽孢桿菌作為畜禽飼料添加物使用，促進畜禽腸道健康，降低病原菌影響與發生下痢等現象。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2679 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

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

材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所營養組試驗豬舍與開窗牛試驗舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容經畜產試驗所實驗動物管理小組以畜試動字 104-26 號申請核准在案。

I. 凝結芽孢桿菌菌株的分離

採用 10 頭體重約 80 kg 藍瑞斯與杜洛克二品種雜交肉豬 (LD) 糞便 (S) 以及 2 頭瘤胃開窗牛 (R) 瘤胃液，並參考 Don *et al.* (1986) 與 Ye *et al.* (2013) 方法進行凝結芽孢桿菌菌株分離。試驗先自收集豬隻糞便 10 組樣品與 2 頭瘤胃開窗牛瘤胃液各 5 組樣品，分別各取 1 g 糞便或 1 mL 瘤胃液加入 9 mL 之 0.85% 滅菌之生理食鹽水，震盪與充分混勻；各取 1 mL 接種於 9 mL 液態培養液 (配方組成，含 10 g glucose + 5 g peptone + 3 g maltose extract + 3 g yeast extract，加蒸餾水至 1,000 mL，調整 pH = 6.8)，放置於 37°C 培養箱 24 小時，取 100 μ L 塗抹於固態培養基 (配方組成，含 1 g glucose + 3 g yeast extract + 0.04 g bromocresol purple + 0.2 g L-cystein + 5 g peptone + 15 g agar + 1 mL Tween80，加入蒸餾水至 1,000 mL，調整 pH = 7.0)，放置於 37°C 培養箱 24 小時後觀察菌落外貌，各選取 10 株 (依序編號為 R1 – R10 與 S1 – S10) 具有黃色環帶之菌株 (因芽孢桿菌在固態培養基呈現黃色環帶，如圖 1 所示)，供作為選留凝結芽孢桿菌之候選菌株。

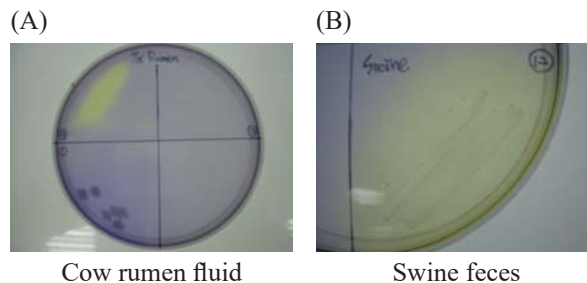


圖 1. 源自牛瘤胃液與豬隻糞便之凝結芽孢桿菌候選菌株。

Fig. 1. The candidate strains from cow rumen fluid and swine feces.

II. 具形成孢子能力之凝結芽孢桿菌候選菌株篩選

將選留各 10 個菌株接種於前述液態培養液，放置於 37°C 培養箱 24 小時，再利用 45°C 培養箱經 48 小時培養，誘發菌株形成孢子，再以 90°C 30 分鐘加熱殺死不能形成孢子的菌株，並將其塗抹於先前固態培養基並放置於 37°C 培養箱經 24 小時後，選留呈現黃色環帶菌株，作為具有形成孢子能力的選留菌株。

III. 比對凝結芽孢桿菌候選菌株之 16S rDNA 核苷酸序列相似度

取前述選留菌株之菌液 1 mL 加入 9 mL 液態培養液，放置於 37°C 培養箱經 48 小時培養後，採用 FastPure Bacteria DNA Isolation Mini Kit (DC102-01, Vazyme Biotech Comp., China) 萃取各菌株 DNA，並設計 PCR 引子對，前置引子 (forward primer: 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') 與反置引子 (reverse primer: 5'-GGTTACCTTGTACGACTT-3') 進行 PCR 反應增幅 DNA 片段。PCR 反應條件為變性 (denaturation) 於 95°C 反應 30 秒、黏合配對 (annealing) 於 42°C 反應 30 秒及延長 (extension) 於 72°C 反應 90 秒，共進行 30 次循環，各菌株產生約 1.5 kb 16S rDNA 增幅產物 (Ye *et al.*, 2013)。接續進行 16S rDNA 核苷酸序列分析，分別先將各菌株 16S rDNA 增幅產物黏接於 pGEM® - T Easy Vector Systems II (A1380, Promega Corp., USA) 載體中，再以 42°C 熱誘導作用，將黏接載體轉形至勝任細胞 (JM109 Competent Cells, Promega Corp., USA) 中，經 37°C 培養箱培養 16 小時後，選取外貌呈現灰色菌落之菌株，接種於 LB 培養液 (244620, Thermo Fisher Scientific Comp., Canada) 中，接續設定培養條件為 37°C，培養液 140 rpm/min 震盪，過夜培養後利用 Plasmid DNA 萃取套組 PureLink™ HiPure Plasmid Miniprep Kit (K210002 Thermo Fisher Scientific Inc., Canada) 抽取質體 DNA，並由基龍米克斯生物科技公司 (新北市，臺灣) 協助進行選留菌株 16S rDNA 核苷酸序列的定序，再將定序後各菌株核苷酸序列資料利用美國 NCBI 網站提供之生物資訊，進行選留菌株 16S rDNA 核苷酸序列近似度的比對分析，鑑定各菌株的相似菌種種類。

IV. 凝結芽孢桿菌候選菌株之耐酸及耐膽鹽特性篩選

參考 Cebeci and Gurakan (2003) 與 De Angeli *et al.* (2006) 文獻方法，進行菌株耐酸與耐膽鹽篩選，接種各選留菌株於含 pH 2 與 2% 膽鹽之培養液中，再將各培養液放置於 37°C 培養箱經 90 分鐘後，塗抹於培養基上，放

置於 37°C 培養箱中培養 48 小時，計算各選留菌株的菌落數與各菌株的存活率。

V. 以基質輔助雷射脫附游離飛行時間式質譜儀 (MALDI-TOF MS, matrix assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometer) 進行凝結芽孢桿菌候選菌株菌種鑑定

菌種鑑定除應用 16S rDNA 核苷酸序列相似度分析外，另一項方法可採用 MALDI-TOF MS (MALDI Biotyper® CA System, Bruker Corp., USA) 進行，MALDI-TOF MS 系統可分析微生物細胞蛋白質的分子量，在 2,000 – 20,000 Da 之間，此區間的蛋白質以核糖體蛋白為主。核糖體蛋白在不同菌種不易受到外在培養條件影響，因此質譜訊號良好且高重複性與再現性，可作為菌種鑑別之依據 (Dieckmann *et al.*, 2008)。

候選菌株菌種的鑑定 (委由財團法人食品工業發展研究所分析)，首先將濃度約 1 µM 分析樣品直接塗抹於樣本盤中，覆以特定有機酸基質在真空中揮發後，樣品先經鐳射光激發氣化游離後，移動 (飛行) 至 TOF 偵測器，將氣化游離樣品之蛋白質、胜肽與代謝物等，依物質質量大小以圖譜呈現。接續利用相同物種具有一致指紋圖譜 (fingerprint) 的特性，將微生物樣本圖譜與已知圖譜比對，快速完成微生物身分鑑定 (Dieckmann *et al.*, 2008; Wieser *et al.*, 2012)。

結果與討論

I. 選留有形成孢子能力之凝結芽孢桿菌候選菌株

由豬隻糞便與瘤胃液樣品，各選取 10 株具有黃色環帶之菌株 (R1 – R10 與 S1 – S10)，經誘發產生孢子與高溫處理殺死不能產生孢子之菌株。結果顯示，源自牛瘤胃液與豬隻糞便各有 5 株具形成孢子的能力，分別為 R3、R5、R6、R8、R9 與 S1、S6、S7、S8、S10 等。依據 Don *et al.* (1986) 文獻指出，凝結芽孢桿菌在塗抹於固態培養基，培養溫度為 30 – 55°C，菌落呈黃色、周圍有黃色環與中心色深不透明等特性。因此，源自牛瘤胃液與豬隻糞便各有 5 株凝結芽孢桿菌候選菌株，具有形成孢子能力。

II. 凝結芽孢桿菌候選菌株之 16S rDNA 核苷酸序列相似度分析

將前述源自豬隻糞便與牛瘤胃液各 5 株菌，分別將 PCR 增幅 1.5 kb 之 16S rDNA PCR 產物轉形至勝任細胞中，抽取質體 DNA 分析各株 16S rDNA 核苷酸序列，並以美國 NCBI 網站進行各株核苷酸序列相似度比對。結果顯示源自豬隻與牛瘤胃液之凝結芽孢桿菌候選菌株，編號為 R3、R6、R8、R9、S7 與 S10 共 6 株，其與凝結芽孢桿菌之相似度分別達 98.84%、97.74%、98.64%、97.88%、99.10% 與 98.45% (表 1)。而與 *Bacillus badius*、*Bacillus shackletonii* 與 *Bacillus camelliae* 等菌種之相似度介於 84 – 91%。依據 Carlos *et al.* (2010) 文獻指出，以 16S rDNA 核苷酸序列進行微生物鑑定，以「屬 (genus)」的分類層級，核苷酸序列片段 200 bps 分類準確度達到 81.7%，隨片段長度到 400 bps 則提升至 90%，其後精準度會漸趨於飽和。因此，前述選留 6 株候選菌株僅能確認同為桿菌屬 (*Bacillus*)。

III. 選留具耐酸與耐膽鹽之凝結芽孢桿菌候選菌株

將前述源自牛瘤胃液 4 株與源自豬隻糞便 2 株之候選菌株，分別培養於 pH 2 與 2% 膽鹽之液態培養液，經培養 9 小時後塗抹於培養基，計算菌落數與存活菌數，結果如表 2 所示。源自豬隻糞便之 S7 與 S10，其耐酸能力佳，存活率均高於 80%，而源自瘤胃液菌株 R3、R6、R8 與 R9 耐酸能力中等，存活率為 56.7 – 74.0%，其中 R3 與 R9 等 2 株存活率高於 70% 以上。耐膽鹽部分，源自牛瘤胃液之 R3 與 R8 菌株與豬隻糞便之 S10，存活率均高於 80%。Liong and Shah (2005) 文獻指出，微生物 (如乳酸桿菌) 於 pH 2 培養 90 分鐘後存活率約為 60%；於含 0.3% 膽鹽培養液培養 7 – 8 小時後，存活率有 57%。因此，選留凝結芽孢桿菌之候選菌株，源自豬隻糞便之菌株於 pH 2 與 2% 膽鹽培養液經培養 9 小時後，其存活率均高於 80% 的僅有 S10 菌株，而源自牛瘤胃液者耐 pH 2 與 2% 膽鹽之存活率高於 70% 的僅有 R3 菌株。因此，此 2 株 (S10 與 R3) 屬於耐酸與耐膽鹽較佳的凝結芽孢桿菌候選菌株。

IV. 以 MALDI-TOF MS 分析凝結芽孢桿菌候選菌株的菌種類別

源自牛瘤胃液 4 株 (R3、R6、R8 與 R9) 與豬隻糞便 2 株 (S7 與 S10)，經 NCBI 核苷酸 BLAST 比對為桿菌屬。接續以 MALDI-TOF MS 進一步分析菌株種類，分析結果僅有 R3 屬於凝結芽孢桿菌 (表 3)，而 R6、R8、R9、S7 與 S10 等菌株為蠟樣芽孢桿菌 (*Bacillus cereus*)，此類微生物容易造成動物腹瀉，不宜作為畜禽飼料添加物使用 (Stenfors-Arnesen *et al.*, 2008)。依據 van Veen *et al.* (2010) 研究指出，MALDI-TOF 質譜儀用於鑑定臨床微生物或常見的細菌種類，其準確率可達到 95.1 – 96.4%，R3 菌株應為凝結芽孢桿菌，其他 5 株選留菌株則應均

為蠟樣芽孢桿菌。依照前述形成孢子方法之結果，顯示凝結芽孢桿菌 R3 形成孢子能力有 1×10^8 cfu/mL 以上，添加於畜禽飼料時較不受外界環境條件的影響，具有供作為飼料添加物使用的潛力。

表 1. 以 Basic Local Alignment Search Tool 比對源自豬糞便與牛瘤胃液菌株 16S rDNA 核苷酸序列相似度

Table 1. Similarity analysis among 16S rDNA nucleotide sequences of bacteria strains from swine manure and rumen fluid using Basic Local Alignment Search Tool

Sample no.	Scientific name of similar strains*	Max score	Total score	Query cover	Expect value	Percent identity	Accession length
R3	<i>Bacillus coagulans</i>	2,767	2,767	91%	0	98.84%	1,549
	<i>Bacillus badius</i>	2,440	2,440	84%	0	97.22%	1,435
	<i>Bacillus shackletonii</i>	2,416	2,416	88%	0	95.56%	1,503
R6	<i>Bacillus coagulans</i>	2,704	2,704	91%	0	97.74%	1,549
	<i>Bacillus badius</i>	2,379	2,379	84%	0	96.04%	1,435
	<i>Bacillus shackletonii</i>	2,361	2,361	88%	0	94.50%	1,503
R8	<i>Bacillus coagulans</i>	2,758	2,758	90%	0	98.64%	1,549
	<i>Bacillus badius</i>	2,433	2,433	84%	0	97.01%	1,435
	<i>Bacillus shackletonii</i>	2,420	2,420	88%	0	95.50%	1,503
R9	<i>Bacillus coagulans</i>	2,693	2,693	91%	0	97.88%	1,549
	<i>Bacillus badius</i>	2,394	2,394	84%	0	96.55%	1,435
	<i>Bacillus shackletonii</i>	2,385	2,385	91%	0	94.38%	1,549
S7	<i>Bacillus coagulans</i>	2,785	2,785	91%	0	99.10%	1,549
	<i>Bacillus badius</i>	2,459	2,459	85%	0	97.50%	1,435
	<i>Bacillus shackletonii</i>	2,435	2,435	89%	0	95.83%	1,503
S10	<i>Bacillus coagulans</i>	2,756	2,756	91%	0	98.45%	1,549
	<i>Bacillus badius</i>	2,425	2,425	84%	0	96.73%	1,435
	<i>Bacillus shackletonii</i>	2,372	2,372	88%	0	94.77%	1,503

* The three similar strains depended on meeting the highest levels of query cover, expect value (The lower the E-value, or the closer it is to zero, the more "significant" the match is.) and percent identity.

表 2. 源自牛瘤胃液與豬隻糞便之凝結芽孢桿菌候選菌株之耐酸與耐膽鹽存活率測定

Table 2. Analysis of survival rate in acid and bile salt tolerance of *bacillus coagulans* candidate strains from cattle rumen fluid and swine feces

Bacterial strain no.	pH 2.0		2% Bile salt	
	0 min	90 min	0 min	90 min
Total bacterial count cfu/mL				
R3 $\times 10^3$ cfu/mL	264.2 \pm 20.5*	192.5 \pm 6.4 (72.9%) ^A	142.5 \pm 10.6	123.5 \pm 4.9 (86.7%)
R6 $\times 10^3$ cfu/mL	156.0 \pm 8.5	88.5 \pm 12.0 (56.7%)	400.5 \pm 68.4	252.5 \pm 35.2 (63.0%)
R8 $\times 10^3$ cfu/mL	484.0 \pm 60.8	313.5 \pm 16.3 (64.8%)	368.0 \pm 18.4	298.5 \pm 21.6 (81.1%)
R9 $\times 10^3$ cfu/mL	132.5 \pm 12.6	98.0 \pm 22.5 (74.0%)	49.5 \pm 12.3	32.5 \pm 6.9 (65.7%)
S7 $\times 10^3$ cfu/mL	573.0 \pm 22.9	461.0 \pm 52.3 (80.4%)	341.5 \pm 47.8	268.0 \pm 29.6 (78.5%)
S10 $\times 10^3$ cfu/ml	92.0 \pm 14.5	77.5 \pm 17.9 (84.2%)	303.0 \pm 45.7	251.5 \pm 26.2 (83.0%)

* Mean \pm SD.

^A Survival rate, %.

表 3. 以 MALDI-TOF MS 鑑定源自牛瘤胃液與豬隻糞便之凝結芽孢桿菌候選菌株的種類

Table 3. Identification of selected strains by MALDI-TOF mass spectrometry of *Bacillus coagulans* candidate strains from cattle rumen fluid and swine feces

Analyte ID	Organism (best match)	Score* Value	Organism (second best match)	Score Value
R3	<i>Bacillus coagulans</i>	1.830	<i>Bacillus coagulans</i>	1.726
R6	<i>Bacillus cereus</i>	2.142	<i>Bacillus cereus</i>	2.141
R8	<i>Bacillus cereus</i>	1.844	<i>Bacillus weihen-stephanensis</i>	1.763
R9	<i>Bacillus cereus</i>	2.038	<i>Bacillus cereus</i>	1.973
S7	<i>Bacillus cereus</i>	2.029	<i>Bacillus cereus</i>	1.935
S10	<i>Bacillus cereus</i>	2.080	<i>Bacillus cereus</i>	1.995

* Meaning of Score Values is more than or equal (\geq) to 2.3 highly probable species identification, is less than ($<$) 2.3 and is more than or equal (\geq) to 2.0 secure genus identification, probable species identification, is less than ($<$) 2.0 and is more than or equal (\geq) to 1.7 probable genus identification, and is less than ($<$) 1.7 not reliable identification.

結 論

篩選自豬隻糞便與牛瘤胃液之芽孢桿菌候選菌株，分別經培養基篩選、形成孢子、菌株 16S rDNA 核苷酸序列相似度比對、耐酸度 pH 2 與耐膽鹽 2% 與 MALDI-TOF MS 菌種鑑定等分析後，顯示源自牛瘤胃液之 R3 菌株為凝結芽孢桿菌 R3，且具有耐酸、耐膽鹽與形成孢子能力，具有進一步運用於畜禽飼料添加物使用之潛力。

誌 謝

試驗期間感謝畜產試驗所營養組同仁嚴世俊先生與蕭合芬小姐，協助試驗動物之照顧與採樣分析，讓試驗順利完成。

參考文獻

- 王錦盟、林幼君、陳致吟、劉芳爵。2020。飼糧中添加凝結芽孢桿菌對離乳仔豬生長性能、血液生化值及糞便微生物的影響。畜產研究 53：91-98。
- Abdel-Banat, B. M. A., H. Hoshida, A. Ano, S. Nonklang, and R. Akada. 2010. High temperature fermentation: how can processes for ethanol production at high temperatures become superior to the traditional process using mesophilic yeast. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85: 861-867.
- Biagi, G., A. Piva, M. Moschini, E. Vezzali, and F. X. Roth. 2006. Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology. J. Anim. Sci. 84: 370-378.
- Blottiere, H. M., B. Buecher, J. P. Galmiche, and C. Cherbut. 2003. Molecular analysis of the effect of short-chain fatty acids on intestinal cell proliferation. Proc. Nutr. Soc. 62: 101-106.
- Carlos, W. N., W. E. Oberdorf, L. Yang, J. A. Aas, B. J. Paster, T. Z. DeSantis, E. L. Brodie, D. Malamud, M. A. Poles, and P. Zhiheng. 2010. Design of 16S rRNA gene primers for 454 pyrosequencing of the human foregut microbiome. World J. Gastro. 16: 4135-4144.
- Cebeci, A. and C. Gurakan. 2003. Properties of potential probiotic Lactobacillus plantarum strains. Food Micro. 20: 511-518.
- De Angelis, M., S. Siragusa, M. Berloco, L. Caputo, L. Settanni, G. Alfonsi, M. Amerio, A. Grandi, A. Ragni, and M. Gobbetti. 2006. Selection of potential probiotic lactobacilli from pig feces to be used as additives in pelleted feeding. Res. Microbiol. 157: 792-801.
- Dieckmann, R., R. Helmuth, M. Erhard, and B. Malorny, 2008. Rapid classification and identification of salmonellae at the

- species and subspecies levels by whole-cell matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. *Appl. Environ. Microbiol.* 74: 7767-7778.
- Don, J., B. Mauvin, and P. Bryant. 1986. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Volume 3 the Firmicutes in Georgia Athens, USA. pp. 1105-1135.
- Hillman, K., T. A. Murdoch, R. J. Spencer, and C. S. Stewart. 1994. Inhibition of enterotoxigenic *Escherichia coli* by the microflora of the porcine ileum, in an in vitro semicontinuous culture system. *Appl. Bacteriol.* 76: 294-300.
- Hofvendahl, K. and B. Hahn-Hagerdal. 2000. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. *Enzyme Microb. Technol.* 26: 87-107.
- John, R. P., K. M. Nampoothiri, and A. Pandey. 2007. Fermentative production of lactic acid from biomass: an overview on process developments and future perspectives. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 74: 524-534.
- Liong, M. T. and N. P. Shah. 2005. Acid and bile tolerance and cholesterol removal ability of *Lactobacilli* strains. *J. Dairy Sci.* 88: 55-66.
- Mussatto, S. I. and J. A. Teixeira. 2010. Lignocellulose as raw material in fermentation processes. In: Mendez-Vilas, A.(Ed.), current research, technology and education, Topics in applied microbiology and microbial biotechnology, Volumn 2 the Formatex Research Center, Badajoz. pp. 897-907.
- National center for biotechnology information (NCBI), U. S. national library of medicine. 8600 Rockville Pike, Bethesda MD, 20894 USA. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>.
- Patel, M. A., M. S. Ou, R. Harbrucker, H. C. Aldrich, M. L. Buszko, L. O. Ingram, and K. T. Shanmugam. 2006. Isolation and characterization of acid-tolerant, thermophilic bacteria for effective fermentation of biomass-derived sugars to lactic acid. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 3228-3235.
- Saha, B. C. 2003. Hemicellulose bioconversion. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 30: 279-291.
- van Veen, S. Q., E. C. J. Claas, and E. J. Kuijper. 2010. Highthroughput identification of bacteria and yeast by matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry in conventional medical microbiology laboratories. *J. Clin. Microbiol.* 48: 900-907.
- Stenfors-Arnesen, L. P., A. Fagerlund, and P. E. Granum. 2008. From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol. Rev.* 32: 579 -606.
- Wieser, A., L. Schneider, and J. Jung. 2012. MALDI-TOF MS in microbiological diagnostics- identification of microorganisms and beyond (mini review). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 93: 965-974.
- Ye, L., X. Zhou, M. S. B. Hudari, Z. Li, and J. C. Wu. 2013. Highly efficient production of L-lactic acid from xylose by newly isolated *Bacillus coagulans* C106. *Bioresour. Technol.* 132: 38-44.

Selection and identification and characterization of *Bacillus coagulans* from pig excrement and cattle rumen fluid ⁽¹⁾

Fang-Chueh Liu ⁽²⁾⁽³⁾ and Yu-Chun Lin ⁽²⁾

Received: Jun. 2, 2021; Accepted: Sep. 24, 2021

Abstract

Bacillus belongs to gram-positive bacteria that can secrete extracellular enzymes, form of spores to progress into dormancy and less likely to receive impact from the external environment, which is also suitable a feed additive for livestock and poultry. The objective of the study is to select and identify *Bacillus coagulans* with acid and bile salt-resistant and sporulation ability from pig feces and cattle rumen fluid. The 10 candidate strains of *Bacillus coagulans* were selected by screen culture agar and medium from pig feces and cattle rumen fluid, respectively. The strains were heated to 45°C for 24 hours to induce sporulation, and further heated up to 90°C for 30 minutes to kill non-sporulation of strains and 16S rDNA nucleotides BLAST, in order to identify the DNA similar to *Bacillus coagulans*. Subsequently, 6 candidate strains of *Bacillus coagulans* were selected. Then treatment with pH 2 and 2% bile salt culture medium for confirming the acid and bile salt-tolerance ability and use of MALDI-TOF MS were applied to identify microbial species. The results showed that 5 candidate strains (R6, R8, R9, S7S and S10) belonged to *Bacillus cereus* and only R3 strain belonged to *B. coagulans*. In addition, the *B. coagulans* sporulation ability of R3 exceeded 1×10^8 cfu/mL. In conclusion, the *B. coagulans* R3 isolated and identified from cattle rumen fluid possessed the characteristics of acid and bile salt-resistant and sporulation ability, which had the potential to be used as a feed additive in livestock ration.

Key words: *Bacillus coagulans*, Rumen fluid, Sporulation ability.

(1) Contribution No. 2679 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

季節變化與胎次對臺灣荷蘭種泌乳牛產乳量、 乳成分及乳脂肪酸組成之影響⁽¹⁾

王思涵⁽²⁾⁽³⁾ 廖曉涵⁽²⁾ 涂柏安⁽²⁾ 楊明桂⁽²⁾ 林宗毅⁽²⁾

收件日期：110 年 6 月 9 日；接受日期：110 年 9 月 24 日

摘 要

本研究旨在探討季節變化與胎次對荷蘭種泌乳牛產乳量、乳成分及乳脂肪酸組成之影響。個別牛採樣日乳量、採樣日期及胎次資料來自行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所乳牛群性能改良計畫 (Dairy herd improvement, DHI) 資料庫，資料期間為 2020 年 1 月至 12 月，共 156 個泌乳牛群，每月生乳樣品分析項目包含乳脂肪率、乳真蛋白質率及乳脂肪酸。不同季節對 DHI 乳牛場個別牛乳樣分析結果顯示，隻日產乳量以春季最高 (26.44 kg/d)，且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)；乳脂肪率以冬季最高 (4.07%)，且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)；乳真蛋白質率以春季 (3.24%) 及冬季最高 (3.24%)，春季及冬季乳真蛋白質率顯著高於夏季及秋季 ($P < 0.05$)。新型合成、混合型及預製型脂肪酸占總脂肪酸含量皆以秋季之含量較高，且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。不同胎次對 DHI 乳牛場個別牛乳樣分析結果顯示，隻日產乳量以第 3 及 4 胎次最高 (26.82 及 26.85 kg/d) 顯著高於其他胎次 ($P < 0.05$)。第 1、2 及 3 胎次乳脂肪率最高且顯著高於其他胎次 ($P < 0.05$)；乳真蛋白質率以第 2 胎次最高 (3.23%)。新型合成及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量，以第 1 胎次最低 (23.03 及 32.09%)，且顯著低於其他胎次 ($P < 0.05$)；預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以第 1 胎次最高 (39.31%)，且顯著高於其他胎次 ($P < 0.05$)。綜上所述，牛群隻日產乳量以春季最高、乳脂肪率以冬季最高、乳真蛋白質率以春季及冬季最高；新型合成及預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高，混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以夏季及秋季最高。牛群乳脂肪率及乳真蛋白質率以第 2 胎次較佳，新型合成及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以第 1 胎次最低，而預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以第 4 胎次及大於第 5 胎次最低。藉由探究季節及胎次對泌乳牛產乳量及乳成分之影響，以期提供更多乳牛健康管理綜合評估之依據。

關鍵詞：荷蘭種泌乳牛、季節、胎次、乳脂肪酸。

緒 言

牛乳中脂肪及真蛋白質含量是影響乳價最主要的因素之一 (Bailey *et al.*, 2005)，乳成分變化不僅代表牛乳品質，更可以作為評估牛隻健康狀況之依據。影響乳成分之因素眾多，包括外在因素如季節、飼養管理及擠乳頻率等；內在因素如遺傳 (Soyeurt *et al.*, 2011)、胎次及泌乳階段 (Stoop *et al.*, 2009) 等。由於血液循環與乳汁生產關係密切，乳成分作為牛群管理工具已是無庸置疑的，而利用傅立葉紅外線光譜法 (fourier-transform infrared spectroscopy, FTIR) 進行乳成分分析，如乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及尿素氮等除納入乳成分計價或常規檢測項目外，這些資料更廣泛的被酪農、營養師或獸醫師作為管理泌乳牛群之重要依據。隨著 FTIR 分析技術的進步，生乳中較複雜且非例行性檢測之成分分析方法已於各乳品檢驗室中被應用，包括特定短、中、長鏈脂肪酸或乳鐵蛋白含量等 (Gengler *et al.*, 2016)。乳牛多為溫寒帶歐洲牛 (*Bos taurus*)，引進臺灣後其乳質變異很大，主要受到環境溫度、濕度及飼糧組成等之影響。環境溫度與乳脂肪率呈現負相關，當環境溫度由 10°C 提高至 40.5°C 時乳量顯著減少，乳脂肪率卻於 10°C 至 32.5°C 間稍微降低，但再提高溫度時乳量大幅下降時乳脂肪率反而上升 (宋, 2006)。季節與胎次會顯著影響產乳量、乳成分，特別是環境高溫對整體產乳量、乳成分及體細胞數之影響 (Yang *et al.*, 2013)。溫濕度指數逐漸由 80.1 降至 63.2 時，4% 校正乳量亦由 28.7 kg/d 攀升至 33.3 kg/d，且隨溫濕度指數上升，而 4% 脂肪校正乳量則隨之下降，可見溫濕度變化對乳量之影響，冬季乳 (11、12 及 1 月) 及春季乳 (2、3 及 4 月) 之 4% 脂肪校正乳量顯著高於

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2680 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: shwang@mail.tlri.gov.tw。

夏季乳(5、6及7月)，但乳脂肪率及乳蛋白質率等無顯著差異(洪, 2008)。母牛年齡胎次或多或少會造成乳成分的差異，但並不明顯。胎次增加乳汁中各主要組成成分均降低，但乳脂肪率之減少終生只降低0.2—0.3%，無脂固形物之減少比例在0.4—0.6%間(宋, 2006)。乳腺合成乳脂肪主要分成兩個部分，乳腺上皮細胞會利用瘤胃微生物分解部分纖維及澱粉所產生乙酸，合成短鏈及中鏈脂肪酸(C4—14及部分C16)；或利用體循環中的脂肪酸合成長鏈脂肪酸(\geq C18)，正常狀況下這兩種來源合成之脂肪酸比例約各為50%，但當牛隻因飼糧改變、瘤胃發酵狀況不佳甚至疾病發生，則瘤胃乙酸來源之脂肪酸合成量則會減少(Bauman and Lock)，乳牛之泌乳階段與能量平衡狀況為影響乳脂肪組成變化及脂肪酸代謝路徑之主要因素(Stoop *et al.*, 2009)。利用FTIR法分析乳脂肪酸，總脂肪酸之結果與GC法之相對標準偏差最小，其次為新型合成脂肪酸。而混合型及預製型脂肪酸之數值差異較大，且主要是C16與C18兩個碳的差異所致。以FTIR法分析乳脂肪酸，相較於新型合成脂肪酸而言，區分混合型及預製型脂肪酸之挑戰性較大(Woolpert *et al.*, 2016)。Van *et al.* (2020)試驗結果發現，初產牛生乳中C18:0脂肪酸(14.57%)及C18:1脂肪酸(28.12%)占總脂肪酸含量顯著高於經產牛生乳中C18:0脂肪酸(12.67%)及C18:1脂肪酸(26.27%)占總脂肪酸含量($P < 0.05$)，初產牛相較於經產牛而言，須同時兼顧生長及泌乳需求，對於能量的需求較高，因而調動較多身體備用脂肪。本研究旨在探討季節變化與胎次對荷蘭種泌乳牛產乳量、乳成分及乳脂肪酸組成之影響，期藉此提供國內酪農作為在不同季節牛群營養配方調製或分群飼養管理之依據。

材料與方法

I. 試驗資料來源

牛群採樣日乳量、採樣日期及胎次資料由行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所DHI資料庫提供，分析資料期間為2020年1月至12月，共156個泌乳牛群，每月同一代號之DHI生乳樣本視為單一泌乳牛群。試驗全期使用之DHI個別牛群乳樣共計174,917件。

II. 乳成分檢測方法

- (i) 生乳成分分析儀器：使用丹麥FOSS公司MilkoScan™ FT+及Fossomatic™ FC進行生乳成分及體細胞數分析，分析項目包含乳脂肪率、乳真蛋白質率、乳糖率、無脂固形物率、乳尿素氮、酪蛋白率、體細胞數及游離脂肪酸等濃度。並安裝Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組進行乳脂肪酸分析。
- (ii) Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組原廠建立方法：全光譜乳脂肪酸分析模組使用氣相層析法(gas chromatography, GC)分析之乳脂肪酸數值為建立基礎並驗證，且樣品備製與分析方式以ISO15885 | IDF 184:2002為依據。生乳樣品來自於法國及美國數州，且以總乳或個別牛乳為主，以符合乳品質檢驗室常規樣品來源。使用MilkoScan™ 7 RM, MilkoScan™ FT+及MilkoScan FT 6000三款機型同時進行乳脂肪酸分析。新合成型(*de novo*)、混合型(*mixed*)及預製型(*preformed*)脂肪酸預測模組的建立皆分別使用169組總乳樣品及388組個別牛乳樣品(Schwarz, 2018, Schwarz *et al.*, 2018)。
- (iii) Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組原廠驗證方法：生乳樣品來自於挪威、瑞典、英國及美國數州，且以總乳或個別牛乳為主，以符合乳品質檢驗室常規樣品來源。使用MilkoScan™ 7 RM, MilkoScan™ FT+及MilkoScan FT 6000三款機型同時進行乳脂肪酸分析。新合成型、混合型及預製型脂肪酸預測模組的建立皆分別使用219組總乳樣品及84組個別牛乳樣品(Schwarz, 2018, Schwarz *et al.*, 2018)。
- (iv) Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組單位：乳脂肪酸可使用不同單位表示，以牛乳為基礎： $\text{g specific Fatty Acids}/100 \text{ g Milk}$ 或以總脂肪酸為基礎： $\text{g specific Fatty Acids}/100 \text{ g Total Fatty Acids}$ 。脂肪酸模組使用之單位以牛乳為基礎，是因為其無法將脂肪與剩餘的牛乳完全分離。GC法分析乳脂肪酸前，需要萃取所有的脂肪並轉化成脂肪酸甲酯(*fatty acid methyl ester*) (ISO 14156 | IDF 172:2001)。脂肪酸分析模組單位換算公式如下：

$$\text{g de novo Fatty Acid}/100 \text{ g Total Fatty Acids} = (\text{g de novo Fatty Acid}/100 \text{ g Milk}) / \text{total Fat}\% \times 0.95 \times 100。$$

上述公式中之0.95為MilkoScan™利用光譜資料預測出之總脂肪量轉換為脂肪酸之係數。

- (v) 新竹分所乳品檢驗室生乳成分分析流程：儀器開機、流道清洗、歸零及預熱。電腦依次輸入待檢驗酪農戶代號及樣品數量；生乳樣品置43℃水浴槽內預熱約10分鐘後，即進行上機檢測。生乳成分原始數據即時傳送至乳成分分析儀資料庫電腦內儲存並備份。
- (vi) Fatty Acid Origin乳脂肪酸分析模組原廠定義：新合成型脂肪酸涵蓋範圍為C4:0、C6:0、C8:0、C10:0、C12:0、C14:0及C14:1；混合型脂肪酸涵蓋範圍為C16:0及C16:1；預製型脂肪酸涵蓋範圍為C15:0、C17:0、C18:0、C18:1、C18:2、C18:3、C20:0、C20:2、C22:0及C24:0。

- (vii) 新竹分所乳品檢驗室之脂肪酸分析模組校正程序：將 12 組相同來源生乳樣品，同時以 GC 法與 FTIR 法進行乳脂肪酸數值分析。GC 法分析乳脂肪酸委由歐陸檢驗公司進行檢測。脂肪酸數值校正部分採絕對數值之校正方式，即將 GC 法分析之個別脂肪酸數值依據新合成型、混合型及預製型脂肪酸定義之脂肪酸涵蓋範圍進行加總換算。其中，預製型脂肪酸未涵蓋以下長鏈脂肪酸：C18 : 4、C20 : 1、C20 : 3、C20 : 4、C20 : 5、C22 : 1、C22 : 2、C22 : 3、C22 : 4、C22 : 5、C22 : 6 及 C24 : 1。

III. 試驗資料分類

試驗資料依據季節區分成春季 (2、3 及 4 月)、夏季 (5、6 及 7 月)、秋季 (8、9 及 10 月) 及冬季 (11、12 及 1 月)；依據胎次區分成第 1 胎次、第 2 胎次、第 3 胎次、第 4 胎次及大於第 5 胎次。

IV. 統計分析

試驗所得數值資料，使用統計分析軟體 (SAS, 2002) 中 ANOVA 程序進行變方分析，再以 Scheffé Test 檢定進行多重比較，以 $P < 0.05$ 表示具有顯著差異。

結果與討論

依據季節將 DHI 個別牛採樣日乳量及乳成分資料進行分類，以了解不同季節對 DHI 乳牛場個別牛乳量及乳樣成分之影響結果如表 1 所示。資料區分成春季、夏季、秋季及冬季。初步結果顯示，隻日產乳量以春季最高 (26.44 kg/d)，而秋季最低 (24.75 kg/d)，且春季隻日產乳量顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。乳脂肪率以冬季最高 (4.07%)，而夏季最低 (3.95%)。冬季乳脂肪率顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。乳真蛋白質率以春季 (3.24%) 及冬季最高 (3.24%)，夏季最低 (3.15%)，春季及冬季乳真蛋白質率顯著高於夏季及秋季 ($P < 0.05$)。由上述結果可得知，DHI 個別牛採樣日乳量以秋季最低，而個別牛乳樣品平均脂肪率及平均真蛋白質率則以夏季最低。乳品加工廠收購酪農原料生乳驗收及計價要點定義冬期為每年 12 月至翌年 3 月，暖期為 4、5、10、11 月，夏期為每年 6 月至 9 月，其中夏季即每年 6 月至 9 月之生乳收購價格最高，使得國內酪農偏好產期調節即將母牛之分娩月份集中，使泌乳高峰落於夏季期獲得最佳收益。根據陳等 (2008) 研究結果指出，2007 年之牛隻分娩頻度資料顯示，3 月與 9 月份是年度分娩的兩個高峰，分別占 11.0% 與 10.4%。其中，3 月份分娩的牛群主要是初產牛頻度為 6.6%，9 月份者則為經產牛頻度為 8.0%。本試驗結果 DHI 個別牛採樣日乳量以秋季最低，可能與國內酪農偏好產期調節且 3 月份分娩牛群以初產牛為主有關。中央氣象局 2020 年 11 個位於本島平地測站點平均氣溫整理結果顯示，1 月至 12 月之每月平均溫度依序為 18.9、19.4、21.9、27.2、29.6、30.1、29.1、28.2、25.7、23.9 及 19.8℃，春季 (2 月、3 月及 4 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 21.2 及 30.6℃；夏季 (5、6 及 7 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 29.0℃ 及 35.2℃；秋季 (8、9 及 10 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 27.7 及 33.3℃；冬季 (11、12 及 1 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 20.8 及 28.9℃。本試驗結果個別牛乳樣品平均脂肪率及平均真蛋白質率也以夏季最低，說明環境溫度對於乳品質的影響不小。

不同季節 DHI 乳牛場個別牛乳樣新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量，以秋季最高 (22.31%)，而春季及冬季最低 (22.04 及 22.08%)。秋季新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以夏季及秋季最高 (31.18 及 31.16%)，春季與冬季最低 (30.28 及 30.35%)。預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高 (38.37%) 且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。乳脂肪之質與量均受飼料組成與營養所影響。營養不足時乳量降低，乳脂肪率增加。當牛隻禁食一週時，乳脂肪中短鏈脂肪酸之 80% 轉變為油酸，即 C14 以下之短鏈脂肪酸自 22.6% 降為 4.8%，而油酸自 35.9% 增加為 52.8%。一般泌乳牛於泌乳初期體重降低，使體重減少之多或少實與乳脂肪中不飽和脂肪酸之碘價有關，故營養不足時乳牛會利用體脂肪以生產乳脂肪 (宋, 2006)。飼糧中碳水化合物與乳脂肪率密切相關，不足的乾草給予量會造成產乳量及乳脂肪率下降，又纖維與澱粉之類型與結構皆會影響乳脂肪率。

Palmquist *et al.* (1993) 除利用 GC 法檢測乳脂肪酸濃度，並進一步研究美國境內不同季節之乳脂肪酸變化，結果顯示 2 月時，C4 — C14 (C4 : 0、C6 : 0、C8 : 0、C10 : 0、C12 : 0、C14 : 0 及 C14 : 1)、C16 (C16 : 0 及 C16 : 1) 及 C18 (C18 : 0、C18 : 1 及 C18 : 2) 占總脂肪酸含量依序為 27.83、33.21 及 38.96%；5 月時之含量依序為 26.96、31.76 及 41.29%；8 月時之含量依序為 25.7、32.17 及 42.14%；11 月時之含量依序為 27.77、34.15 及 38.09%。其中，C4 — C14 占總脂肪酸含量以 2 月時最高 (27.83%)，而 8 月時最低 (25.7%)；C16 占總脂肪酸含量以 11 月時最高 (34.15%)，而 5 月時最低 (31.76%)；C18 占總脂肪酸含量以 8 月時最高 (42.14%)，而 11 月時最低 (38.09%)。美國境內並不普遍使用產期調節，因此季節對於乳脂肪酸的影響多半來自於飼糧因素。整體而言，暖季時乳中 C16

占總脂肪酸含量較低，而 C18 占總脂肪酸含量較高，可能與暖季時牛群飼糧採高脂肪配方有關。而 5 月時乳中 C18:2 占總脂肪酸含量最高，則因牛群採放牧或早春季節分娩之牛隻較容易發生能量負平衡所致。8 月熱季時，高能量攝取量使得牛體代謝熱增加，也會導致飼料採食量下降，影響乳脂肪酸組成 (Palmquist *et al.*, 1993)。上述試驗以 GC 法進行乳脂肪酸分析與本試驗使用之方法不同，使用方法之差異或許可說明為何本試驗不同季節之 C4:0、C6:0、C8:0、C10:0、C12:0、C14:0 及 C14:1 總和 (新合成型脂肪酸)、C16:0 及 C16:1 總和 (混合型脂肪酸) 占總脂肪酸含量皆低於美國境內試驗結果，因為 FTIR 在分析乳脂肪酸的過程中，並無額外萃取脂肪過程使得部分脂肪酸會因此遺漏，導致其結果與 GC 法所得之數值間有落差。有鑒於此，僅參考國外資料作為評估國內乳脂肪酸之季節影響並不可行。利用 FTIR 方法進行國內生乳不同季節脂肪酸數值收集與分析，期建立新合成型、混合型及預製型脂肪酸占乳脂肪酸之 FTIR 分析數據正常值範圍。乳成分如乳糖、非酯化脂肪酸、膽固醇等可延伸作為生物指標，以評估牛隻之生理參數是否處於正常或偏離 (Bjerre-Harpøth *et al.*, 2012)。

表 1. 季節對個別牛採樣日隻日產乳量、平均乳脂肪率、平均乳真蛋白質率及乳脂肪酸之影響

Table 1. Effects of seasonal¹ change on daily milk yield and the monthly mean of test-day milk samples² milk fat, true protein and fatty acid composition

Item	Spring (n ³ = 43,643)	Summer (n = 45,115)	Fall (n = 44,888)	Winter (n = 41,039)	P-value
Milk yield, kg/d	26.44 ± 8.82 ^{a*}	25.40 ± 8.41 ^c	24.75 ± 8.32 ^d	25.78 ± 8.57 ^b	< 0.05
Fat, %	4.02 ± 0.85 ^c	3.95 ± 0.87 ^d	4.05 ± 0.89 ^b	4.07 ± 0.88 ^a	< 0.05
True protein, %	3.24 ± 0.43 ^a	3.15 ± 0.41 ^c	3.16 ± 0.44 ^b	3.24 ± 0.46 ^a	< 0.05
Fatty acids ⁴ (g/100g of total FA)					
de novo FA	22.04 ± 3.72 ^c	22.17 ± 3.72 ^b	22.31 ± 3.80 ^a	22.08 ± 3.77 ^c	< 0.05
mixed FA	30.28 ± 3.61 ^b	31.18 ± 3.51 ^a	31.16 ± 3.60 ^a	30.35 ± 3.74 ^b	< 0.05
preformed FA	35.12 ± 6.31 ^d	37.61 ± 6.07 ^b	38.37 ± 6.27 ^a	35.79 ± 6.32 ^c	< 0.05

a, b, c, d Means within a row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

* Mean ± standard deviation.

¹ Spring (February, March and April), summer (May, June and July), fall (August, September and October), winter (November, December and January).

² Data were collected from DHI database January to December 2020.

³ n = milk samples size.

⁴ De novo FA (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0 and C14:1), mixed FA (C16 and C16:1), preformed FA (C15:0, C17:0, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:0, C20:2, C22:0 and C24:0).

依據胎次將隻日產乳量及乳成分資料進行分類，以了解不同胎次對 DHI 乳牛場個別牛乳樣成分之影響結果如表 2 所示。資料區分成第 1 胎次、第 2 胎次、第 3 胎次、第 4 胎次及大於第 5 胎次。初步結果顯示，隨牛群胎次的增加其隻日產乳量有隨之上升之趨勢。隻日產乳量以第 3 胎次與第 4 胎次 (26.82 及 26.85 kg/d) 最高，而第 1 胎次最低 (24.49 kg/d) (P < 0.05)。乳脂肪率以第 1、2 及 3 胎次最高 (4.03、4.04 及 4.02%)，大於第 5 胎次乳脂肪率顯著低於其他胎次 (P < 0.05)。乳真蛋白質率以第 2 胎次最高 (3.23%)，大於第 5 胎次最低 (3.09%)。第 2 胎次乳真蛋白質率顯著高於其他胎次 (P < 0.05)。Yang *et al.* (2013) 利用 9,727 筆 DHI 進行胎次與季節對乳成分之研究指出，第 1 胎次至第 4 胎次牛群之隻日產乳量依序為 25.94、28.45、28.81 及 29.05 kg/d，第 1 胎次牛群日平均乳量顯著低於其他胎次 (P < 0.05)；乳脂肪率部分第 1 胎次至第 4 胎次依序為 3.88、3.93、3.92 及 3.91%，第 1 胎次乳脂肪率顯著低於其他胎次 (P < 0.05)，但其餘胎次間乳脂肪率則無顯著差異；平均乳蛋白質率部分第 1 胎次至第 4 胎次依序為 3.09、3.11、3.09 及 3.07%，第 1 胎次至第 3 胎次之平均乳蛋白質率間並無顯著差異，第 4 胎次平均乳蛋白質率與第 1 胎次及第 3 胎次間無顯著差異，但第 4 胎次平均乳蛋白質率顯著低於第 2 胎次 (P < 0.05)。一般而言，第 1 胎次牛群由於須兼顧生長與泌乳需求，其隻日產乳量及乳脂肪率會較其他胎次低。Lee and Kim (2006) 研究結果指出，各胎次乳量 (305 天—2 次擠乳一體成熟，305-2X-ME 乳量) 依序為 8,431、9,774、10,191、10,812 及 10,611 kg，產乳量隨胎次增加而逐漸上升 (P < 0.01)。牛隻分娩一個月內，第 3 胎次、第 4 胎次及大於第 5 胎次牛群其體態評分指數 (body conditions score, BCS) 下降幅度顯著大於第 1 胎次牛群 (P < 0.01)，且第 4 胎次及大於第 5 胎次牛群於產後三個月時其 BCS 恢復比例顯著低於第 1 胎次、第 2 胎次及第 3 胎次牛群 (P < 0.01)，而大於第 5 胎次牛群至分娩後 5 個月才恢復至相同水準。產乳量隨著胎次而增加，於泌乳早期似乎也加劇能量負平衡狀況，因此使得第 3 胎次至大於第 5 胎次的牛群 BCS 下降較明顯。本試驗結果與上述研究趨勢相似，唯不同胎次間數值是否有顯著差異部分有異，可能與本試驗使

用之不同胎次 DHI 個別牛群乳樣之樣品數量差異有關，試驗全期使用之 DHI 個別牛群乳樣共計 174,917 件，其中自第 1 胎次至大於第 5 胎次資料件數依序為 78,623、49,944、26,385、12,467 及 7,498 個，第 1 胎次資料數占比最大，而大於第 5 胎次占比最小，第 4 胎次及大於第 5 胎次資料量相對偏少或許會造成各胎次數值比較時出現偏誤。而隨著牛群胎次增加其乳脂肪率、乳蛋白質率及酪蛋白率會隨之增加之論述各報告間並不一致 (Yang *et al.*, 2013)。本試驗第 2 胎次牛群乳脂肪率及乳真蛋白質率優於其他胎次，可能與第 2 胎次牛群其能量平衡狀況較其他胎次牛群佳有關。

表 2. 胎次對個別牛採樣日隻日產乳量、平均乳脂肪率、平均乳真蛋白質率及乳脂肪酸之影響

Table 2. Effects of cow's parity on daily milk yield and the monthly mean of test-day milk samples¹ milk fat, true protein and fatty acid composition

Item	Parity				
	1 (n ² = 78,623)	2 (n = 49,944)	3 (n = 26,385)	4 (n = 12,467)	> 5 (n = 7,498)
Milk yield, kg/d	24.49 ± 6.88 ^{d*}	26.35 ± 9.32 ^b	26.82 ± 9.86 ^a	26.85 ± 9.98 ^a	25.66 ± 9.93 ^c
Fat, %	4.03 ± 0.85 ^a	4.04 ± 0.89 ^a	4.02 ± 0.90 ^a	3.98 ± 0.88 ^b	3.92 ± 0.88 ^c
True protein, %	3.20 ± 0.43 ^b	3.23 ± 0.45 ^a	3.18 ± 0.44 ^c	3.14 ± 0.43 ^d	3.09 ± 0.42 ^c
Fatty acids ³ (g/100g of total FA)					
de novo FA	23.03 ± 3.97 ^b	23.57 ± 3.85 ^a	23.48 ± 4.04 ^a	23.61 ± 3.98 ^a	23.52 ± 3.86 ^a
mixed FA	32.09 ± 3.79 ^d	32.58 ± 3.79 ^b	32.48 ± 3.98 ^c	32.66 ± 3.84 ^b	32.90 ± 3.80 ^a
preformed FA	39.31 ± 6.67 ^a	38.15 ± 6.60 ^c	38.32 ± 6.91 ^b	37.94 ± 6.74 ^d	37.65 ± 6.69 ^d

a, b, c, d Means within a row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

* Mean ± standard deviation.

¹ Data were collected from DHI database January to December 2020.

² n = milk samples size.

³ de novo FA (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0 and C14:1), mixed FA (C16 and C16:1), preformed FA (C15:0, C17:0, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:0, C20:2, C 22:0 and C24:0).

不同胎次 DHI 乳牛場個別牛乳樣新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量結果顯示，第 1 胎次之新合成型及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量顯著低於其他胎次 (23.03 及 32.09%) (P < 0.05)。第 1 胎次預製型脂肪酸占總脂肪酸含量顯著高於其他胎次 (39.31%) (P < 0.05)。Van *et al.* (2020) 試驗結果發現，經產牛生乳中 C4 – C14 脂肪酸 (21.64%) 及 C16 : 0 脂肪酸 (33.47%) 占總脂肪酸含量顯著高於初產牛生乳中 C4 – C14 脂肪酸 (19.7%) 及 C16 : 0 脂肪酸 (31.78%) 占總脂肪酸含量 (P < 0.05)。相反地，初產牛生乳中 C18 : 0 脂肪酸 (14.57%) 及 C18 : 1 脂肪酸 (28.12%) 占總脂肪酸含量顯著高於經產牛生乳中 C18 : 0 脂肪酸 (12.67%) 及 C18 : 1 脂肪酸 (26.27%) 占總脂肪酸含量 (P < 0.05)。初產牛相較於經產牛而言，須同時兼顧生長及泌乳需求，對於能量的需求較高，因而調動較多身體備用脂肪。本試驗結果與上述結果趨近，而將經產牛胎次更細分可觀察到牛群於大於第 5 胎次時由於其產乳量顯著低於其他經產牛，其新合成型及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量最高，而預製型脂肪酸占總脂肪酸含量最低，可能說明牛群朝處於正能量狀態身體開始貯存體脂肪。

結 論

牛群隻日產乳量以春季最高、乳脂肪率以冬季最高、乳真蛋白質率以春季及冬季最高；新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高、混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以夏季及秋季最高、預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高。根據上述初步結果可得知季節變化會影響牛群之隻日產乳量及乳成分及乳脂肪酸組成。隨牛群胎次的增加其隻日產乳量有隨之上升之趨勢，隻日產乳量以第 3 及 4 胎次最高。第 1、2 及 3 胎次牛群乳脂肪率顯著高於第 4 及大於第 5 胎次，第 2 胎次牛群乳真蛋白質率高於其他胎次。第 2 胎次牛群其乳脂肪率及乳真蛋白質率較其他胎次高可能與其能量平衡狀況較其他胎次牛群佳有關。而本試驗可觀察到牛群於大於第 5 胎次時由於其產乳量顯著低於其他經產牛，其混合型脂肪酸占總脂肪酸含量最高，而預製型脂肪酸占總脂肪酸含量最低，由於乳中各類脂肪酸變化與牛體脂肪代謝或移動息息相關，或許說明大於第 5 胎次牛群處於正能量狀態且身體開始貯存體脂肪。利用 FTIR 法

將複雜的乳脂肪酸組成分析變成常態性的檢測項目，並搭配國內既有用來作為評估飼養管理之乳成分標準如乳脂肪率、乳蛋白質率、尿素氮、檸檬酸及丙酮或 β - 羥基丁酸等資料，期能開發出更全面的乳牛健康管理綜合指標。

誌 謝

試驗期間感謝社團法人中華民國乳業協會協助樣品收集與分析及畜產試驗所新竹分所邱怡萍小姐協助資料整理。

參考文獻

- 宋永義。2006。新編乳牛學。華香園出版社。臺北市。
- 洪光宇。2008。季節、泌乳階段及乳產量對牛乳中鈣離子濃度及乳成分之影響。國立屏東科技大學畜產系碩士學位論文，屏東市。
- 陳志毅、李國華、張菊犁、姜延年。2008。臺灣 DHI 各月份牛隻分娩頻度之變化。第 16 屆亞洲酪農研討會。
- Bailey, K. W., C. M. Jones, and A. J. Heinrichs. 2005. Economic returns to Holstein and Jersey farms under multiple component pricing. *J. Dairy Sci.* 88: 2269-2280.
- Bauman, D. E. and A. L. Lock. 2006. Conjugated linoleic acid: biosynthesis and nutritional significance. In: P. F. Fox and P. L. H. McSweeney (Eds.) *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids*, 3rd Edition. pp. 93-136. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA.
- Bjerre-Harpøth, V., N. C. Friggens, V. M. Thorup, T. Larsen, B. M. Damgaard, K. L. Ingvarsen, and K. M. Moyes. 2012. Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 95: 2362-2380.
- Gengler, N., H. Soyeurt, F. Dehareng C. Bastin, F. Colinet, H. Hammami, M. L. Vanrobays, A. Lainé, S. Vanderick, C. Grelet, A. Vanlierde, E. Froidmont, and P. Dardenne. 2016. Capitalizing on fine milk composition for breeding and management of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99: 4071-4079.
- ISO 15885 | IDF 184: 2002: Milkfat - Determination of the fatty acid composition by gas-liquid chromatography.
- Lee J. Y. and I. H. Kim. 2006. Advancing parity is associated with high milk production at the cost of body condition and increased periparturient disorders in dairy herds. *J. Vet. Sci.* 7: 161-166.
- Palmquist, D. L., A. D. Beaulieu, and D. M. Barbano. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76: 1753-1771.
- SAS. 2002. SAS User's guide: Basics, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC. USA.
- Stoop, W. M., H. Bovehuis, J. M. Heck, and J. A. van Arendonk. 2009. Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 92: 1469-1478.
- Soyeurt, H., F. Dehareng, N. Gengler, S. McParland, E. Wall, D. P. Berry, M. Coffey, and P. Dardenne. 2011. Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. *J. Dairy Sci.* 94: 1657-1667.
- Schwarz, D. 2018. Fatty acid profiling according to origin for optimizing feeding and management of dairy cows - a new approach. FOSS white paper.
- Schwarz, D., M. R. Bak, and P. W. Hansen. 2018. The new FOSS fatty acid origin package - basics behind the prediction models. FOSS white paper.
- Van Q. C. D., E. Knapp, J. L. Hornick, and I. Dufrasne. 2020. Influence of days in milk and parity on milk and blood fatty acid concentrations, blood metabolites and hormones in early lactation Holstein cows. *Animals*. 10(11): 2081.
- Woolpert, M. E., H. M. Dann, K. W. Cotanch, C. Melilli, L. E. Chase, R. J. Grant, and D. M. Barbano. 2016. Management, nutrition, and lactation performance are related to bulk tank milk de novo fatty acid concentration on northeastern US dairy farms. *J. Dairy Sci.* 99: 8486-8497.
- Yang L., Q. Yang, M. Yi, Z. H. Pang, and B. H. Xiong. 2013. Effects of seasonal change and parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern China. *J. Dairy Sci.* 96: 6863-6869.

Effects of seasonal change and cow's parity on milk yield, milk component and milk fatty acid composition of Holstein milking cows in Taiwan ⁽¹⁾

Szu-Han Wang ⁽²⁾⁽³⁾ Hsiao-Han Liao ⁽²⁾ Po-An Tu ⁽²⁾ Ming-Kuew Yang ⁽²⁾ and Tsung-Yi Lin ⁽²⁾

Received: Jun. 9, 2021; Accepted: Sep. 24, 2021

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of seasonal change and cow's parity on milk yield and milk composition as detected by routine Fourier-transform infrared analysis including fat, true protein, and fatty acid of milk in Dairy Herd Improvement (DHI) milk samples. Data collected between January and December 2020 included cow information such as the average daily milk yield, test-day, and cow's parity from 156 Holstein herds in Taiwan. The result showed the following: that the spring milk samples had the highest daily milk yield (DMY) (26.44 kg/d) and was significantly higher than other seasons ($P < 0.05$); the winter milk samples had the highest milk fat (MF) (4.07%) and was significantly higher than other seasons ($P < 0.05$); the spring and winter milk samples had the highest milk protein (MP) (3.24%) and was significantly higher than that in summer and autumn ($P < 0.05$). The autumn milk samples had the highest de novo, mixed, and preformed fatty acids, and were significantly higher than other seasons ($P < 0.05$). On the other hand, the 3rd and 4th parity cows had the highest DMY (26.82 kg/d and 26.85 kg/d) and were significantly higher than the others ($P < 0.05$). The 1st, 2nd, and 3rd parity cows had the highest MF, and were significantly higher than the others ($P < 0.05$). The 2nd parity cows had the highest MP (3.23%). The 1st parity cows had the lowest de novo FA (23.03 g/100g of total FA) and mixed FA (32.09 g/100g of total FA), and were significantly lower than others ($P < 0.05$); the 1st parity had the highest preformed FA (39.31 g/100g of total FA), and significantly higher than other parities ($P < 0.05$). In summary, spring milk had significantly highest DMY, winter milk had significantly highest MF, and spring and winter milk had significantly highest MP. Autumn milk had the highest de novo and preformed FA content of total fat, and summer and autumn milk had the highest mixed FA content of total fat. The 2nd parity cows showed better MF and MP than others. The 1st parity cows had the lowest de novo and mixed FA content of total fat, while the 4th and over 5th parity had the lowest preformed FA content of total fat. The study explores the effects of seasonal change and cow's parity on milk yield, milk component of lactating cows to provide a more comprehensive data of dairy cow health evaluation.

Key words: Holstein milking cows, Season, Parity, Milk fatty acid.

(1) Contribution No. 2680 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: shwang@mail.tlri.gov.tw.

飼糧添加椰子粕對阿爾拜因山羊增重及瘤胃消化之影響⁽¹⁾

范耕榛⁽²⁾ 蕭宗法⁽²⁾ 李春芳⁽³⁾⁽⁴⁾

收件日期：110 年 7 月 13 日；接受日期：110 年 10 月 8 日

摘 要

椰子粕為東南亞豐富的副產物飼料原料之一，為增加國內多樣化飼料資源的開發，在乳用閩公山羊飼糧中添加不同比例的椰子粕，探討對羊隻增重性能與粗收入之影響，同時以瘤胃開窗乾乳羊評估椰子粕飼糧對瘤胃消化代謝之影響，以期推薦進口椰子粕在國內生長肥育期阿爾拜因山羊飼糧中的適當應用。增重試驗將 20 頭平均 43.5 kg 的阿爾拜因閩公羊逢機分成 4 組，每組 5 頭群飼於高架羊欄 56 日。飼糧依據 NRC (2007) 營養需要量調配成含 0、10、20 或 30% (乾基) 椰子粕的四種等氮等能量試驗飼糧，飼糧由玉米青貯料、盤固乾草、啤酒粕及穀類精料組成，椰子粕以取代部分盤固乾草、精料中玉米及大豆粕的方式加入。增重試驗結果顯示，羊隻需適應含 20 – 30% 椰子粕飼糧約 2 – 3 週；餵飼 0 – 30% 椰子粕飼糧之 4 組羊隻每日乾物質採食量分別為 1.32、1.41、1.25 及 1.21 kg，每日增重則分別為 137、177、148 及 156 g，飼料轉換率 (採食量 / 增重) 分別為 9.6、8.0、8.4 及 7.8。添加椰子粕各組的日增重與飼料轉換率數值上皆有高於對照組的趨勢，分別提升 17% 與 16%。瘤胃消化試驗以 4 頭瘤胃開窗阿爾拜因乾乳羊進行一個 4 × 4 拉丁方試驗，每期 14 日並於最後 2 日連續間隔 1.5 – 3 小時進行瘤胃內容物採樣，椰子粕在飼糧占比為 0、8、16 或 24%。消化試驗結果顯示，飼糧中椰子粕含量 8 – 24% 不會影響瘤胃消化，4 組羊隻每日加權後的平均瘤胃 pH、氨態氮和揮發性脂肪酸分別為 6.09、15.2 mg/dL 及 112 mM。綜合本次試驗結果顯示，椰子粕可作為山羊良好飼料來源，不影響瘤胃消化環境，但中高量使用時須有適應期。在國內的飼養環境下，生長肥育期之阿爾拜因閩公羊飼糧中可添加 10 – 30% 椰子粕，其增重表現、飼料轉換率及經濟效益都可以獲得明顯改善。

關鍵詞：椰子粕、阿爾拜因山羊、增重、瘤胃消化。

緒 言

全球飼料價格高漲，使用副產物飼養反芻動物以降低生產成本的友善循環作法越來越受重視。從營養觀點來看，飼糧添加副產物可提供能量及粗蛋白質，但通常伴隨著較高的纖維含量，而飼糧纖維含量是決定反芻動物最高乾物質採食量 (dry matter intake, DMI)、咀嚼活動與瘤胃發酵之基礎，尤其是中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF)，其有效性定義為能確保充分的咀嚼活動者 (Grant, 1997)。有效纖維強烈的受到飼料顆粒度大小及瘤胃中滯留時間長短所影響 (Woodford and Murphy, 1988)。副產物纖維的物理性狀與草料提供不同 (Zhu *et al.*, 1997)，其顆粒度較小且密度較高 (Firkins, 1997)。Zhu *et al.* (1997) 及 Grant (1997) 報告指出，以副產物纖維取代飼糧中部分草料纖維，對於瘤胃環境或乳脂率沒有負面之影響，另外，山羊是較能夠適應飼糧中含有較低品質纖維的反芻動物品種，較不受纖維顆粒度大小影響 (Lanza *et al.*, 1996; Sanz Sampelayo *et al.*, 1998)，因此，副產物應用於山羊之飼養上應是可行的飼養法。

東南亞種植椰子生產椰子油，椰子果肉經榨油後的副產物即為椰子粕，常用來餵飼反芻動物，其營養成分良好，但依生產地及溶劑萃取或機械壓榨的製程不同，會有很大的變異，粗蛋白質 (crude protein, CP) 分布在 18 – 30%、粗脂肪 (ether extract, EE) 1 – 12%、粗纖維 7 – 18% (Aregheore, 2006)。椰子粕蛋白質品質佳，研究顯示約有 60% 屬於過瘤胃蛋白質 (Sriskandarajah and Komolong, 1987)，在瘤胃中快速發酵的氮含量約 22.4% (Mondal *et al.*, 2008)，

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2681 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所副所長室。

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

過瘤胃後的蛋白質在腸道的消化率約為 90%，其過瘤胃比例與其他飼料成分比較是相當高的 (Mondal *et al.*, 2008; Heuzé *et al.*, 2015)，故飼糧添加椰子粕有助於增加通過瘤胃到小腸的可吸收過瘤胃蛋白質質量 (Galgal *et al.*, 1994)。椰子粕在飼糧中添加的文獻多有正面的效果，如山羊的生長增重效果 (Aregheore, 2006)、綿羊瘤胃微生物蛋白的合成效率 (Galgal *et al.*, 1994) 及閩公牛日增重 (Hennessy *et al.*, 1989; Gulbransen *et al.*, 1990)；在斐濟熱帶氣候放牧乳牛每日添加 1.8 kg 椰子粕甚至可使產乳量增加達 70% (McIntyre, 1973)。椰子油為高飽和度脂肪酸，以中鏈三酸甘油酯 (medium chain triglycerides, MCT, $C_{6:0} - C_{12:0}$ 或 $C_{6:0} - C_{14:0}$) 為主，油脂穩定度高。椰子粕脂肪酸中含有較高比例的月桂酸 (lauric acid, $C_{12:0}$)，具有抗菌及抗真菌特性 (Virgin Coconut Oil Book, 2003)，可能會影響到瘤胃代謝環境，然而 Ehrlich *et al.* (1990) 泌乳牛試驗每日餵飼超過 3 kg 並未見不良影響。國內泌乳羊試驗結果顯示，飼糧添加 8% 到 24% 的椰子粕，不影響羊隻乳脂率、乳蛋白質率及乳總固形物率等乳成分，但可有效降低乳中尿素氮濃度；以中鏈脂肪酸為主的椰子粕，可以增加羊乳中鏈脂肪酸含量，同時降低影響風味的癩酸 ($C_{10:0}$) 含量，提升羊乳品評與接受度，但高量的添加 (飼糧乾基的 24%) 會影響羊隻之採食量 (范等, 2016)。綜合相關飼養試驗結果得知，椰子粕是一項可用的飼料資源，但其適用量需加以確認。

本次研究以進口椰子粕作為替代飼料，以取代飼糧中部分玉米、大豆粕及盤固乾草的方式加入生長肥育期閩公羊飼糧中，期能推薦椰子粕於國內乳用肉公羊飼糧中之適當添加量，試驗同時以瘤胃開窗羊觀察飼糧添加椰子粕對瘤胃消化之影響。

材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所營養組試驗羊舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容經畜產試驗所實驗動物管理小組以畜試動字第 98035 號申請核准在案。

I. 試驗設計

本次生長肥育期閩公羊增重試驗採用完全隨機設計 (completely randomized design, CRD)，選擇體重 35 kg 以上的阿爾拜因閩公羊共 20 頭，依體重等隨機分成 4 組群飼，分別提供含椰子粕 0 (對照組)、10、20 或 30% 的椰子粕飼糧 (飼糧乾基)。乾乳羊瘤胃消化試驗以一個 4 × 4 拉丁方格試驗進行，4 頭瘤胃開窗乾乳羊於個別欄飼養，分別提供含椰子粕 0 (對照組)、8、16 或 24% 的椰子粕飼糧。

試驗飼糧配方參考 NRC (2007) 乳羊營養需要之推薦，閩公羊生長肥育試驗飼糧配方計算以體重 40 kg、每日增重 150 g 的營養需要為基礎，對照組飼糧由約 40% 的牧草、22% 的副產物及 38% 的玉米－大豆粕穀類精料組成 (乾基，表 1)，牧草部分有玉米青貯料及盤固乾草，副產物部分有啤酒粕 + 玉米粉青貯料 (10:1 餵飼基)、大豆殼粒及麩皮。乾乳羊瘤胃消化試驗之飼糧配方配合 2016 年泌乳羊椰子粕評估試驗，以體重 60 kg、每日產乳量 3 kg 及日增重 52 g 的泌乳羊營養需要為基礎，對照組飼糧由約 42% 的牧草、14% 的副產物及 45% 的玉米－大豆粕穀類精料組成 (范等, 2016)。

試驗採購進口椰子粕一批，以其取代對照組飼糧中部分盤固乾草、玉米與大豆粕的方式加入飼糧中的穀類精料，同時調整各組飼糧的粗蛋白質與總可消化營養分 (total digestible nutrient, TDN)，使營養濃度相近。

II. 試驗動物及飼養管理

(i) 閩公羊生長肥育試驗：

試驗開始前，羊隻都處於相同的環境與飼養管理下，試驗開始前連續兩日上午空腹過磅，20 頭參試的阿爾拜因閩公羊的平均體重 43.5 ± 5.6 kg，平均日齡 233 ± 12 日。

羊隻依體重隨機均分為 4 組，每組 5 頭，群飼於高架羊欄內 56 日。每欄有 2 個飼槽及自動飲水碗，羊群飼養管理相同，當氣溫高時開啟羊舍內風扇以降溫及增加換氣。每日分上下午 2 次餵飼，上午 8:00 提供全日餵飼量的 40% 及下午 3:00 提供 60%，觀察羊隻每餐剩料量作為其餵飼量調整之依據，使隔日上午剩料約為總日提供量的 5 – 10%，以達任食。試驗飼糧餵飼時，先以水桶秤取每組羊的 4 項單味原料 (表 1 的玉米青貯料、盤固乾草、啤酒粕青貯料及穀物精料)，倒入羊隻飼槽後再充分手工攪拌均勻。

(ii) 乾乳羊瘤胃消化試驗：

以 4 頭瘤胃開窗乾乳羊進行一個 4 × 4 拉丁方試驗，每頭每期依序提供 4 種飼糧任食。開窗乾乳羊 3 – 4 歲齡，體重約 65 kg。羊隻飼養管理同生長閩公羊試驗，惟採個別欄飼養，每欄有 1 個飼槽及自動飲水碗，每期飼養期 14 日，前 12 日適應，最後兩日連續 48 小時採集瘤胃內容物，測定瘤胃 pH、氨態氮 (ammonia nitrogen, NH_3-N) 與揮發性脂肪酸 (volatile fatty acid, VFA) 變化。

表 1. 阿爾拜因閹公羊椰子粕飼養試驗之飼糧組成及營養成分(%, 乾基)

Table 1. Diet formulations and compositions in copra meal feeding experiment fed to castrated Alpine goats (%, DM basis)

Items	Addition ratio of copra meal in diets (%)			
	0	10	20	30
Diet formulations, %				
Corn silage	33.3	33.2	32.8	32.5
Pangolagrass hay	7.2	5.7	4.2	2.8
WBG+corn (10:1) silage ¹	5.7	5.6	5.6	5.5
Grain mixture:	53.8	55.5	57.4	59.2
Corn, ground	23.0	18.6	14.2	9.8
Soybean meal	11.6	7.9	4.3	0.7
Soybean hull, pellet	8.8	8.7	8.7	8.6
Wheat bran	7.3	7.3	7.2	7.1
Copra meal	0	10.0	20.0	30.0
The others ²	3.1	3.1	3.1	3.0
Diet compositions, % --- calculated from ingredients' analyzed values, except the TDN				
Dry matter	51.4	52.0	52.3	53.1
F : B : G ³	40:22:38	39:32:30	37:41:22	35:51:14
Total digestible nutrient (TDN) ⁴	71.1	71.0	70.8	70.8
Crude protein	16.1	16.0	16.7	16.7
Neutral detergent fiber	39.5	43.3	44.8	47.8
Acid detergent fiber	22.3	24.3	24.9	26.8
Ether extract	3.74	4.83	5.38	6.59
Non-structural carbohydrate	33.3	28.3	25.4	20.8
Ca	1.00	1.01	0.92	0.93
P	0.44	0.47	0.47	0.49

¹ Silage of wet brewer's grains and corn meal mixed at 10 to 1 fresh weight ratio.

² The other ingredients in the grain mixture included salt 0.52%, limestone 1.05%, vitamin premix (each gram contained 10,000 IU of vitamin A, 2,000 IU of vitamin D₃, and 55 IU of vitamin E) 0.72%, and mineral premix (each kilogram contained 10 gm of Cu, 10 gm of Mn, 0.2 gm of Co, 40 gm of Zn, 1 gm of I, and 0.3 gm of Se) 0.78%.

³ F : B : G indicated the ratio among the long forage, by-product and concentrate in diet dry matter. Copra meal, WBG+corn silage, soybean hull pellet, and wheat bran in diet were categorized as by-product.

⁴ TDN values were adopted from the Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRC, 2007) and the Tables of Feed Compositions, Taiwan (2011).

III. 測定項目

(i) 閹公羊生長肥育試驗：

1. 體重：於試驗開始前連續 2 日上午 8：30 餵飼前空腹過磅，於試驗中及結束時以相同方法連續量測羊隻體重 3 日後平均。
2. 飼糧組成：試驗使用的 4 項單味原料，除穀類精料 1 項在 4 組間組成及配方比例不同且各自先行配製外，其餘 3 項各組皆相同。試驗的第 2、4、6 及 8 週，各連續 3 日採集各項飼糧原料，先以 -20℃ 保存，日後以 55℃ 烘乾 48 小時，熱秤得乾物質率。為降低分析工作負荷，將第 2、4、6 及 8 週每項原料的 12 個乾燥後樣品均勻再採樣以混合成一個樣品，經 1 mm 孔徑 Wiley mill 粉碎後送本組飼料化驗中心，依 AOAC (2000) 方法分析 CP、EE、粗灰分 (crude ash, Ash)、鈣及磷的含量，於本研究室依 Goering and Van Soest (1970) 方法分析 NDF 及酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 含量，並參考 Tilley and Terry (1963) 及李及蕭 (2007) 修正方法測定試管乾物質消化率 (*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD)。飼糧原料分析結果用來計算各組飼糧組成及其非結構性碳水化合物 (non-structural carbohydrate, NSC) 含量，NSC = 100 - CP - NDF - EE - Ash。

3. 採食量：飼糧提供羊隻任食。每日記錄羊隻飼糧上下午的提供量與隔日上午剩餘量。試驗於第 2、4、6 及 8 週，各連續 3 日採集各組羊群剩料，先行冷凍保存後再烘乾如飼料原料之處理。所有剩料烘乾熱秤得乾物質率，與飼糧乾物供應量計算羊隻每 2 週的平均乾物質採食量，並取 4 週平均值為各組羊隻乾物質採食量。
4. 經濟效益評估：以試驗當時各項飼料原料售價、各組羊群實際採食量、當時市場羊隻拍賣價格及各組羊群實際體增重，估算四組的扣除飼料費後粗收入 (income over feed cost, IOFC)。

(ii) 乾乳羊瘤胃消化試驗：

1. 四頭瘤胃開窗乾乳羊於每期第 13 到第 15 日清晨，進行連續兩日 24 h 的瘤胃內容物採樣。每日採樣時間為上午 8：00 (0 h, 餵飼前)、9：30 (1.5 h)、11：00 (3 h)、下午 1：00 (5 h)、3：00 (餵飼前, 7 h)、4：30 (8.5 h)、6：00 (10 h)、夜間 7：30 (11.5 h)、9：30 (13.5 h)、00：00 (16 h)、隔日凌晨 2：30 (18.5 h) 及 5：30 (21.5 h)，共 12 個時間採樣點。
2. 開啟瘤胃瘻管窗後，以勺取出瘤胃內容物約 50 mL，經兩層紗布過濾，馬上測定濾液 pH 值；取 15 mL 濾液入已有 0.3 mL 50% 濃硫酸溶液的 25 mL 可冷凍塑膠罐內酸化 (50：1 v/v)，-20℃ 冷凍保存，餘濾液再倒回瘤胃內。冷凍濾液分析前隔夜冷藏平衡後離心 (31,000 x g, 15 分鐘, 5℃)，取上清液以靛酚法分析 NH₃-N 濃度 (Chaney and Marbach, 1962)，並使用 GC/FID (CP-3800, Varian) 進行 VFA 分析，選用 30 m x 0.25 mm x 0.2 μm 毛細管柱 (fused silica capillary column) (#24107, Supelco)，注入器與偵測器溫度分別為 200℃ 及 220℃，採初溫 90℃ 持續 3 分鐘，再以每分鐘增加 10℃ 速度到 170℃ 後維持 20 分鐘，每針分析總時間約 31 分鐘，樣品分流比約 60：1，採自動樣品注入，每針注射量 0.5 μL。使用 Supelco 46975U 之 VFA 混合標準品 (C₂ – C₇)，另以個別 VFA 加總為總揮發性脂肪酸 (total volatile fatty acid, TVFA) 濃度。

IV. 統計分析

試驗所得資料以 SAS 統計軟體 (2005) 進行一般線性模式 (general linear model, GLM) 分析，若有顯著差異，再以最小平方均值 (least squares means) 比較處理組間的差異性，本次試驗以 $P < 0.05$ 為顯著差異水準。

結果與討論

I. 椰子粕添加對飼糧組成之影響

本次試驗採用的椰子粕與范等 (2016) 泌乳羊試驗為同一批原料，其營養組成與消化率分別為 DM 92.5%、CP 23.6%、NDF 55.1%、ADF 28.3%、EE 9.1% 與 NSC 5.4% 及 IVDMD 74.2% (乾基)，屬於中高蛋白質、高纖高油、低澱粉且消化率表現良好的飼料原料。飼糧 4 項單味原料之成分分析結果列如表 2 所示。

表 2. 阿爾拜因閹公羊椰子粕飼養試驗之飼糧原料成分與試管乾物質消化率 (%，乾基)¹

Table 2. Compositions and dry matter digestibilities of feed ingredients in copra meal feeding experiment fed to castrated Alpine goats (%，DM basis)¹

Ingredients ²	DM ³	CP	NDF	ADF	EE	Ash	NSC	Ca	P	IVDMD
Corn silage	25.0	10.4	53.1	30.4	3.23	6.9	26.4	0.35	0.28	65.8
PG hay	88.3	4.1	69.1	43.4	1.55	6.2	19.0	0.55	0.22	43.1
WBG+corn (10:1) silage	30.1	25.5	42.1	18.8	9.99	2.9	19.6	0.18	0.41	50.9
Grain-0%	91.0	20.3	26.8	14.9	3.69	8.3	40.9	1.54	0.57	85.1
Grain-10%	92.1	19.5	34.9	19.3	5.59	8.8	31.2	1.54	0.61	81.3
Grain-20%	92.2	20.3	38.5	21.0	6.44	8.8	25.9	1.35	0.60	78.9
Grain-30%	93.0	19.9	44.4	24.7	8.36	9.3	18.0	1.34	0.62	69.1

¹ Each ingredient was collected 12 times during eight weeks and pooled into one for analyses.

² PG: pangolagrass; WBG+corn: wet brewer's grains mixed with corn meal at 10:1 fresh weight ratio; Grain-0%, 10%, 20%, and 30% indicated the four corn-soybean meal grain mixtures with 0, 10%, 20%, or 30% of copra meal.

³ DM: dry matter, CP: crude protein, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, EE: ether extract, NSC: non-structural carbohydrate (= 100 – CP – NDF – EE – Ash), Ca: calcium, P: phosphorus, and IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

椰子粕在閩公羊飼糧中，依序加入 0、10、20 或 30%，其加入方式主要在取代穀類精料中的玉米、大豆粕及牧草盤固乾草（表 1）。反芻動物飼糧可由長纖牧草、副產物與穀類精料組成，本次試驗將椰子粕、啤酒粕 + 玉米之青貯料、大豆殼與麩皮歸類於副產物，比較對照組（0% 組）與最高添加的 30% 組，椰子粕的添加降低飼糧長纖牧草比例約 13%（40 vs. 35%），但明顯增加 2.3 倍的副產物比例（22 vs. 51%），同時明顯降低 63% 的穀類精料比例（38 vs. 14%）。4 組飼糧 CP 濃度相近，平均 16.4%（16.0 – 16.7%），椰子粕中高脂肪含量可彌補能量供應並提高能量利用效率，4 組飼糧的 TDN 濃度亦相近，平均 70.9%（70.8 – 71.1%），但飼糧纖維含量與脂肪含量則隨著椰子粕用量的增加而明顯增加，NDF 自 39.5% 增加到 47.8%，增幅 21%；EE 自 3.74% 增加到 6.59%，增幅 76%；相對的，飼糧澱粉醣類含量（NSC）則隨之明顯降低，自 33.3% 減低至 20.8%，降幅 38%（表 1）。瘤胃消化試驗之乾乳羊採食泌乳羊飼糧（范等，2016），飼糧中依序加入 0 – 24% 椰子粕，椰子粕添加對飼糧組成影響也一致，即隨著高纖高油椰子粕添加比例的增加，飼糧副產比例增加，穀物精料比例降低，NDF、ADF 與 EE 含量隨之增加，但 NSC 含量則明顯下降。

II. 椰子粕飼糧對閩公羊採食量、增重及粗效益之影響

椰子粕飼糧對閩公羊採食與增重性能之影響結果整理於表 3，圖 1 則顯示羊群各週鮮物採食量變化與適應情形。在乾物質採食量方面，閩公羊飼養試驗為分組群飼因此僅以平均值表示，沒有進一步的統計分析。由現場觀察顯示，羊群對含 10% 椰子粕飼糧的接受度很高很快，全期採食量表現也略高於對照組（1.41 vs. 1.32 kg/d/head）；當飼糧中椰子粕調高至 20% 與 30% 時則會影響羊隻採食意願，羊隻需要 2 – 3 週時間的適應，並且適應後的採食量仍持續較對照組為低（圖 1），羊群採食 20% 椰子粕飼糧的採食量較對照組減少 5%（1.25 vs. 1.32 kg/d），羊群採食 30% 椰子粕飼糧的採食量較對照組減少達 8%（1.21 vs. 1.32 kg/d）。另外，試驗期間羊隻採食量未隨著日齡及體重的增加而提高，環境氣溫升高可能是影響因素之一。依據畜試所 B2N89 氣象測站（中央氣象局，2021）歷史資料顯示，試驗期間自民國 98 年 2 月底 3 月初的日均溫 19 – 21℃，逐漸升高至 4 月下旬的 26 – 27℃，氣溫自涼爽舒適升高到溫濕度指數（temperature and humidity index, THI）約 75 的溫和熱緊迫，導致採食量的持平（圖 2），此亦反映在日增重的減緩上。

在日增重方面，飼糧添加 10 – 30% 椰子粕組的表現有較對照組為佳的趨勢。在試驗前 3 週，羊隻增重效果以添加 10% 組最佳（218 g/d），添加 20% 組及 30% 組表現與對照組相近（164 – 173 g/d），此應為還在適應階段採食量較低所致；三個添加組適應後（28 – 56 日）的平均隻日增重達 140 g，較對照組的 109 g 增加了 28%；三椰子粕添加組的全期平均隻日增重雖較對照組增加 17%（160 vs. 137 g），促進增重之趨勢明顯，然因羊隻個體變異較大且參試頭數較少，增重提升趨勢並未達顯著差異（表 3）。在飼料轉換率（採食量 / 增重）方面，添加椰子粕組皆有較好的表現（7.8 – 8.4 vs. 9.6），椰子粕添加組平均飼料轉換率為 8.1，表示每採食 8.1 kg 飼糧乾物質即可以增加 1 kg 體重，對照組則需要 9.6 kg 採食量，轉換效率提升 16%。這個結果顯示椰子粕的添加可明顯提升羊隻對飼糧營養分吸收利用的效率（表 3）。

表 3. 椰子粕飼糧對阿爾拜因閩公羊生長性能之影響

Table 3. Effects of dietary addition of copra meal on growth performance of castrated Alpine goats

Items	Addition ratio of copra meal in diets (%)				SEM ²
	0	10	20	30	
Number of animal	5	5	5	5	—
Initial body weight, kg	43.8	43.6	43.3	43.3	2.5
Trial period, days	56	56	56	56	—
Dry matter intake, kg/day	1.32	1.41	1.25	1.21	—
Average daily gain, g	137 ± 18	177 ± 65	148 ± 59	156 ± 25	21
Feed conversion ratio ¹	9.6	8.0	8.4	7.8	—

¹ Feed conversion ratio was calculated as DMI/ADG.

² Average daily gain was not affected by the copra meal addition ($P > 0.05$).

相關飼養文獻多同意椰子粕的適口性是一需要考量的因素，Ehrlich *et al.* (1990) 研究放牧牛隻外加椰子粕任食，牛隻需要大約 2 週的訓練才能夠達到良好的採食。McCandlish and Weaver (1922) 餵飼乳牛亞麻籽粕、大豆粕、玉米筋粉、花生粕及椰子粕等多種蛋白質補充飼料原料，椰子粕組之採食量最低，推測椰子粕可能具有特殊風

味影響動物採食。影響高量椰子粕飼糧對羊隻採食量的另一個因素，可能是其飼糧高纖維與低 NSC 的含量，本次試驗 30% 椰子粕飼糧的 NDF 高達 47.8%，而 NSC 已降到 20.8%，由於瘤胃空間彈性有限，飼糧 NDF 含量會限制羊隻採食量。Aregheore (2006) 試驗結果與本次試驗所觀察到的一致，即肉羊採食量雖然隨飼糧中椰子粕含量增加而降低，但日增重及飼料轉換率則呈現增加及改善之效果，此亦符合 Aregheore and Susumu (2003) 之推論，當飼糧的蛋白質及能量的量與品質適當時，動物乾物質採食量會降低，但其採食之營養分仍可以符合動物用於維持、生長、懷孕、泌乳及產毛所需，即養分利用效率較高。椰子粕含相對高量中鏈脂肪酸，范等 (2016) 添加椰子粕於泌乳羊飼糧中，可顯著增加羊乳中鏈脂肪酸 C_{12} 與 C_{14} 比例，而中鏈脂肪酸是一類可快速吸收利用的高能量來源，被推薦為羊乳健康特色之一 (Haenlein, 2004)。由本次試驗結果推測，椰子粕的高過瘤胃蛋白質、較高量易消化吸收的中鏈脂肪酸及較高粗脂肪含量等特性，應該伴演著重要改善養分品質的角色，同時也顯示羊隻對高纖低 NSC 飼糧的耐受能力頗高。

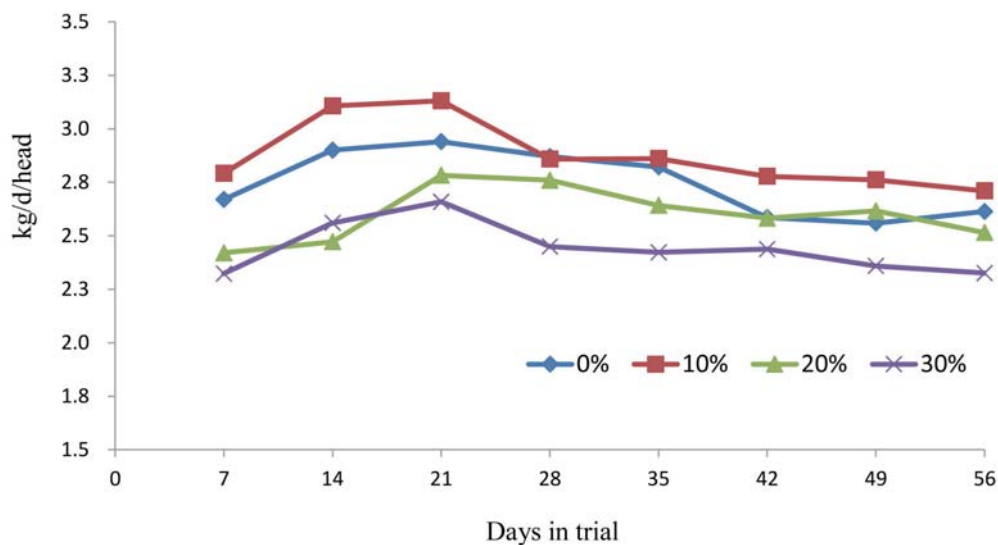


圖 1. 阿爾拜因閹公羊採食含 0 – 30% 椰子粕飼糧之每週採食量變化。X 軸：試驗日數；Y 軸：飼糧採食量 (餵飼基)，kg/日/頭。

Fig. 1. Weekly intake changes of castrated Alpine goats fed diets added with 0 – 30% copra meal. X axis: days in trial; Y axis: intake (as-fed basis), kg/d/head.

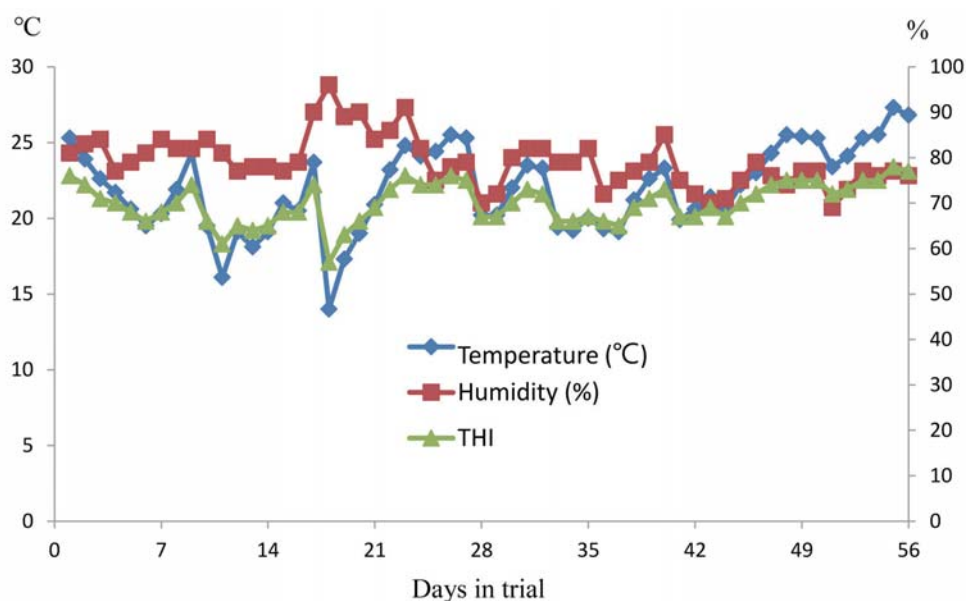


圖 2. 阿爾拜因閹公羊椰子粕飼養試驗期間的氣候日變化。X 軸：試驗日數；左 Y 軸：日均溫， $^{\circ}\text{C}$ ；右 Y 軸：相對濕度，%、溫濕度指數。

Fig. 2. Daily climate changes during the copra meal feeding trial for castrated Alpine goats. X axis: days in trial; left Y axis: average temperature, $^{\circ}\text{C}$; right Y axis: average relative humidity, %, and temperature and humidity index (THI).

應用椰子粕飼糧的經濟效益評估，以各組羊隻扣除飼料費後粗收入進行比較（表 4）。每日每頭羊隻飼糧費用依試驗期間飼糧單價（表 4 註腳）與飼糧配方計算，四組每公斤飼糧乾物單價在 9.2 – 9.4 元，乘以各組羊隻實際乾物採食量得到每日每頭飼糧成本在 11.1 – 13.1 元，肉羊之增重收入以當時彰化縣肉品市場公告之闖公羊每公斤活體重 154 元為基準，乘以各組之日增重，得四組每頭羊每日增重收入為 21.1 – 27.3 元。每日總收入與飼糧費差異即得各組的扣除飼料費後粗收入，在 8.7 – 14.1 元。推算結果顯示，餵飼 10 – 30% 椰子粕飼糧三組之粗收入皆高於對照組，平均較對照組提升約 47% 之粗收入，並以增重最高的 10% 組最高，約增加 63%，轉換效率最佳的 30% 添加組也提升了 48% 的粗收入。試驗期間椰子粕購入價格為每公斤 8.7 元，經濟效益的評估除了受性能表現的影響外，也受各飼糧原料價格的變動而可能有所不同，效益分析結果提供應用上的參考。

綜合本次飼養試驗結果，顯示椰子粕可作為肉羊良好飼料來源。在國內的飼養環境下，生長肥育期之乳用闖公羊飼糧中可添加 10 – 30% 椰子粕，其增重表現、飼料轉換率及經濟效益都可以獲得明顯改善。飼糧添加 10% 椰子粕有助採食量，但添加 20 – 30% 高量椰子粕時，羊隻則需要 2 – 3 週的適應期。

表 4. 椰子粕飼糧對阿爾拜因闖公羊的經濟效益評估

Table 4. Economic evaluation for castrated Alpine goats fed copra meal diet

Items	Addition ratio of copra meal in diets (%)			
	0	10	20	30
Feed cost, NT\$/kg DM ¹	9.4	9.3	9.2	9.2
Daily feed cost, NT\$/goat	12.4	13.1	11.5	11.1
Daily income from BW gain, NT\$/ goat ²	21.1	27.3	22.8	24.0
IOFC, NT\$/goat/day ³	8.7 (100%)	14.1 (163%)	11.3 (163%)	12.9 (163%)

¹ The 2009 unit price (NT\$/kg) of diet ingredients (as fed basis) was 1.95 for corn silage, 4.80 for pangolagrass hay, 2.55 for wet brewer's grains+corn silage, 5.5 for soybean hull pellet, 8.55 for corn, 14.27 for soybean meal, 8.7 for copra meal, 11.43 for grain mixture of control group, 10.97 for 10% group, 10.55 for 20% group, and 10.15 for 30% group, respectively.

² Body weight (BW) price in Changhua auction market was NT\$ 154 per kg in 2009.

³ IOFC: Income over feed cost.

III. 椰子粕飼糧對乾乳羊瘤胃消化之影響

添加 0 – 24% 椰子粕的飼糧對乾乳羊瘤胃消化之影響整理於圖 3 及表 5。圖 3 顯示椰子粕飼糧對乾乳羊瘤胃內容物 pH 值、氨態氮、總 VFA 之日變化影響；表 5 之瘤胃 pH 值、氨態氮、總 VFA 及個別 VFA 濃度數據，皆以一日內 12 個採樣點數據之加權平均值（以相鄰二採樣點測定值的平均乘以該採樣時間間距，加總後除以 24 小時）表示。

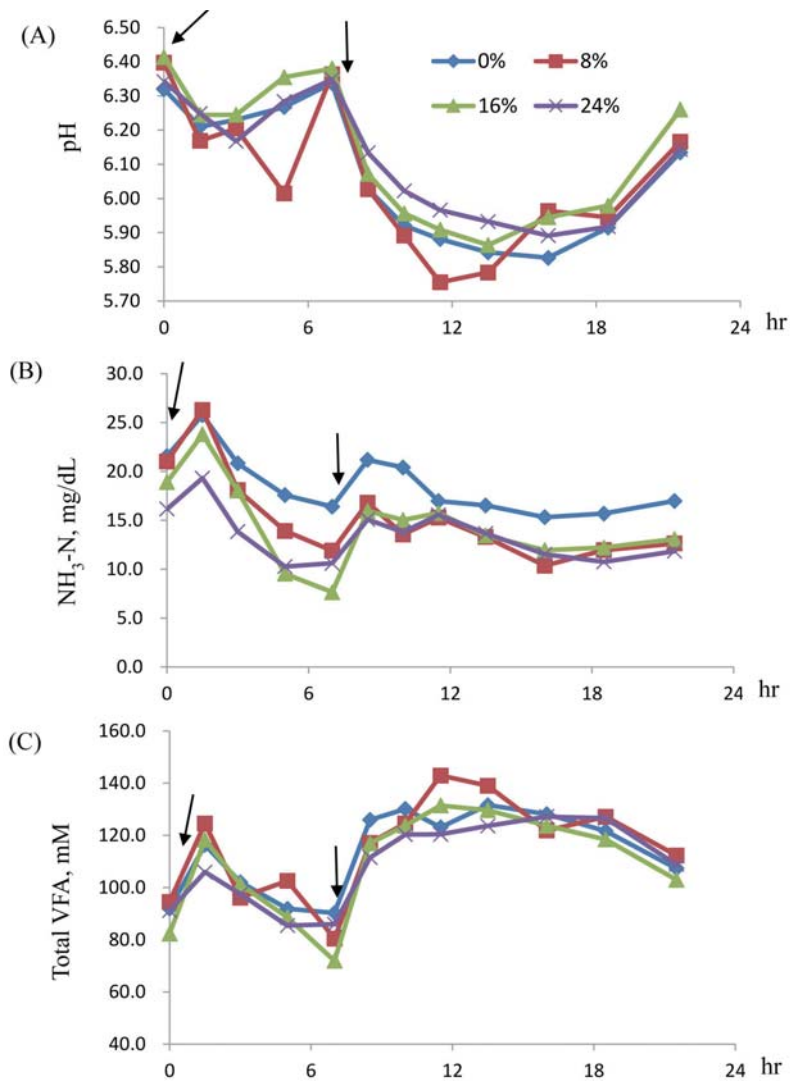
表 5. 椰子粕飼糧對乾乳羊瘤胃消化之影響^{1,2}

Table 5. Effects of dietary addition of copra meal on rumen fluid characteristics of dairy dry goats^{1,2}

Items	Addition ratio of copra meal in diets (%)				SEM ⁴
	0	8	16	24	
pH	6.06	6.05	6.13	6.10	0.06
Highest pH	6.34	6.40	6.41	6.35	—
Lowest pH	5.83	5.76	5.86	5.89	—
H - L	0.51	0.64	0.55	0.46	—
pH < 6.0, hrs	8.5	8.5	8.5	7.0	—
pH < 6.0, % of day	35	35	35	29	—
NH ₃ -N, mg/dL	18.3	14.9	14.2	13.2	2.8
Highest NH ₃ -N	25.8	26.3	23.8	19.3	—
Lowest NH ₃ -N	15.3	10.4	7.7	10.3	—
H - L	10.4	15.9	16.2	9.0	—

表 5. 椰子粕飼糧對乾乳羊瘤胃消化之影響^{1,2}(續)Table 5. Effects of dietary addition of copra meal on rumen fluid characteristics of dairy dry goats^{1,2}(continued)

Items	Addition ratio of copra meal in diets (%)				SEM ⁴
	0	8	16	24	
Volatile fatty acids, molar %					
C ₂	66.7	66.1	65.4	67.6	0.6
C ₃	18.2	18.7	18.9	16.9	0.4
C ₄	12.5	12.6	13.1	13.4	0.3
C ₂ /C ₃	3.7	3.5	3.5	4.0	—
Total VFA, mM ³	113.5	115.8	109.3	109.8	7.0

¹ Four rumen-cannulated Alpine dry goats in a 4 × 4 Latin square design with 14 days a period.² Data were expressed as the 24-hr weighed results.³ Total VFA: the sum of C₂, C₃, iso-C₄, C₄, iso-C₅, C₅, C₆, and C₇.⁴ All the rumen fluid parameters were not affected by the copra meal addition (P > 0.05).圖 3. 椰子粕飼糧對乾乳羊瘤胃 pH、氨態氮及總揮發性脂肪酸等日變化之影響。在一個 4 × 4 拉丁方試驗中，椰子粕分別添加入飼糧乾基的 0, 8, 16 或 24%。X 軸：上午 8:00 餵飼 (0 hr) 後時間，小時；Y 軸：瘤胃 pH 值 (A)、NH₃-N, mg/dL (B) 及 Total VFA, mM (C)，箭頭指餵飼時間。Fig. 3. Effect of copra meal diet on the diurnal ruminal pH, NH₃-N, and total VFA change of dairy dry goats. Copra meal was added in diet 0, 8, 16 or 24% (DM basis) in a 4 × 4 Latin square design. X: hrs after 8-am feeding; Y: ruminal pH (A), NH₃-N, mg/dL (B), and Total VFA, mM (C). Arrows indicate the twice feeding.

瘤胃內容物 pH 值之加權平均值、最高值、最低值、差異值及低於 6.0 的時間與比例，在各處理組間無顯著差異。瘤胃 pH 值於下午 3 點餵飼後的 5 – 9 小時降到最低 (約夜間 8 – 凌晨 0 點)，四組瘤胃 pH 約在下午 6 點至凌晨 2 點 30 分的 8 個小時內，低於一般認為影響牛隻瘤胃健康的 6.0 以下，McCarthy *et al.* (1989) 指出瘤胃 pH 值 6.8 時纖維分解菌活性最佳，當 pH 值降低纖維消化率也會隨著下降，特別是在 6.0 以下時。瘤胃氨態氮於早上餵飼後 1.5 小時濃度最高，四組瘤胃氨態氮加權平均濃度介於 18.3 – 13.2 mg/dL 之間，椰子粕添加不影響瘤胃氨態氮濃度但有較低之趨勢 (圖 3 (B))，推測可能是由於處理組飼糧以椰子粕取代部分大豆粕，椰子粕過瘤胃蛋白比例較大豆粕為高，因此降低在瘤胃的釋出，也表示氮利用率的改善。採樣期間之瘤胃內容物個別乙酸、丙酸、丁酸及總 VFA 濃度在處理組間亦無顯著差異，VFA 濃度相近表示三種不同含量之椰子粕飼糧在瘤胃中發酵程度與對照組相近，至於文獻提及椰子粕脂肪酸中含有較高比例的月桂酸，有抗菌及抗真菌特性而可能會影響到瘤胃代謝環境 (Virgin Coconut Oil Book, 2003) 之疑慮，在本次試驗觀察所得的瘤胃消化反應中應未發生，因此羊隻飼糧添加到 24% 的椰子粕應未造成對瘤胃微生物發酵的抑制作用。本次瘤胃消化試驗結果顯示，乾乳羊飼糧添加 8 – 24% 椰子粕並不會影響羊隻瘤胃消化環境。

參考文獻

- 中央氣象局。2021。農業氣象觀測網監測系統。https://agr.cwb.gov.tw/NAGR/。
- 李春芳、蕭宗法。2007。反芻動物飼料試管乾物質消化率 (IVDMD) 方法之修改。畜產研究 40：59-65。
- 范耕榛、蕭宗法、李春芳。2016。泌乳山羊飼糧中椰子粕適當用量之探討。畜產研究 49：50-59。
- 行政院農業委員會畜產試驗所。2011。臺灣飼料成分手冊，第三版。畜產試驗所專輯第 147 號，臺南市。
- Aregheore, E. M. 2006. Utilization of concentrate supplements containing varying levels of copra cake (*Cocos nucifera*) by growing goats fed a basal diet of napier grass (*Pennisetum purpureum*). Small Rum. Res. 64: 87-93.
- Aregheore, E. M. and G. Susumu. 2003. Nutritive value of breadfruit (*Artocarpus altilis*, Park) in concentrate supplement of growing crossbred Anglo-Nubian goats. Thai. J. Agric. Sci. 36: 121-128.
- Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC, Arlington, VA.
- Chaney, A. L. and E. P. Marbach. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clin. Chem. 8: 130-132.
- Ehrlich, W. K., P. C. Upton, R. T. Cowan, and R. J. Moss. 1990. Copra meal as a supplement for grazing dairy cows. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 18: 196-199.
- Firkins, J. L. 1997. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. J. Dairy Sci. 80: 1426-1437.
- Galgai, K. K., N. P. McMeniman, and B. W. Norton. 1994. Effect of copra expeller pellet supplementation on the flow of nutrients from the rumen of sheep fed low quality pangola grass (*Digitaria decumbens*). Small Rum. Res. 15: 31-37.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agric. Handbook No. 379, ARS-USDA, Washington, DC, USA.
- Grant, R. J. 1997. Interactions among forages and nonforage fiber sources. J. Dairy Sci. 80: 1438-1446.
- Gulbrandsen, B., N. F. Standfast, and T. J. Kempton. 1990. Supplementation of grazing steers with copra meal. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 18: 236-239.
- Haenlein, G. F. W. 2004. Goat milk in human nutrition. Small Rum. Res. 51: 155-163.
- Hennessy, D. W., T. J. Kempton, and P. J. Williamson. 1989. Copra meal as a supplement to cattle offered a low quality pasture hay. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2: 77-84.
- Heuzé, V., G. Tran, D. Sauvant, and D. Bastianelli. 2015. Copra meal and coconut by-products. Retrieved from https://www.feedipedia.org/node/46
- Lanza, A., P. Pennisi, L. Biondi, M. Lanza, and A. N. Keshtkaran. 1996. Effects of feeding system and different feeds on milk production and quality in Comisana ewes. I. Use of dry complete diet. Agric. Med. 126: 22-31.
- McCandlish, A. C. and E. Weaver. 1922. Coconut meal, gluten feed, peanut meal and soybean meal as protein supplements for dairy cows. J. Dairy Sci. 5: 27-38.
- McCarthy, R. D., T. H. Klusmeyer, Jr. J. L. Vicini, and J. H. Clark. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. J. Dairy Sci. 72: 2002-2016.
- McIntyre, K. H. 1973. Use of coconut meal and molasses as supplements to grazing for dairy cows in Fiji. Trop. Agric. (Trinidad) 50: 17-23.

- Mondal, G., T. K. Walli, and A. K. Patra, 2008. In vitro and in sacco ruminal protein degradability of common Indian feed ingredients. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20: 63. Retrieved from <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/mond20063.htm>.
- National Research Council. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. Nat. Acad. Sci., Washington, DC.
- Sanz Sampelayo, M. R., L. Perez, and L. Amigo. 1998. Forage of different physical forms in the diets of lactating Granadina goats: Nutrient digestibility and milk production and composition. *J. Dairy Sci.* 81: 492-498.
- SAS. 2005. *User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition*. SAS Inc., Cary, NC.
- Sriskandarajah, N. and M. Komolong. 1987. Evaluation of crop by-products for ruminant feeding in Papua New Guinea. *Proc. 4th AAAP Anim. Science Cong.*, pp. 293, Hamilton, New Zealand.
- Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18: 104-111.
- Virgin Coconut Oil Book. 2003. *Virgin Coconut Oil*. The Coconut Diet Forum. <http://coconut-info.com/>.
- Woodford, S. T. and M. R. Murphy. 1988. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 71: 674-686.
- Zhu, J. S., S. R. Stokes, and M. R. Murphy. 1997. Substitution of neutral detergent fiber from forage with neutral detergent fiber from by-products in the diet of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 80: 2901-2906.

Effect of dietary addition of copra meal on growth performance and rumen digestion of Alpine goats ⁽¹⁾

Geng-Jen Fan ⁽²⁾ Tzong-Faa Shiao ⁽²⁾ and Churng-Faung Lee ^{(3) (4)}

Received: Jul. 13, 2021; Accepted: Oct. 8, 2021

Abstract

Copra meal is one of the rich by-product for feed ingredients in Southeast Asia. To increase the diverse feed resources, imported copra meal was added into goat diets at different levels. The study explores into the growth performance and economic benefit and evaluates rumen digestion. The study aims to recommend the proper utilization of copra meal in diets for growing Alpine goats. A total of 20 head of castrated Alpine goats with averaged body weight of 43.5 kg were randomly assigned into four treatments and group-fed for 56 days. Four iso-nitrogen and energy diets were formulated according to NRC (2007) recommendation to include copra meal at 0, 10, 20, or 30% (dry matter basis). Diets were constituted by corn silage, pangolagrass hay, wet brewer's grains and grain mixture. Copra meal substituted partially the pangolagrass hay, corn and soybean meal. Results from growing trial indicated castrated goats needed two to three weeks to adapt diets containing 20 – 30% copra meal. Four goat groups fed diets with 0 – 30% copra meal had daily dry matter intake per head of 1.32, 1.41, 1.25, and 1.21 kg, daily body weight gain of 137, 177, 148, and 156 g, and feed conversion ratio (DMI/ADG) of 9.6, 8.0, 8.4, and 7.8, respectively. The addition of copra meal showed strong tendency in improving the goat's daily gain by 17% and efficiency by 16%. Ruminant digestion trial was conducted by four rumen-cannulated Alpine dry goats in a 4 × 4 Latin square design with 14 days a period. At the last 48 h of each period, rumen content were sampled every 1.5 to 3 hours. Dry goats consumed diets containing copra meal at 0, 8, 16, or 24% sequentially. Results from rumen digestion showed diets with 8 – 24% copra meal would not affect any rumen digestion parameter. Diurnal and weighed pH, NH₃-N and total volatile fatty acids of rumen content of four groups were averaged 6.09, 15.2 mg/dL and 112 mM, respectively. In summary, copra meal could become a good alternative feed source for dairy goats to produce meat. It will not affect the rumen digestion but requires adaptation when formulated at medium to high level in diets. Under our feeding condition, copra meal could be added into diet 10 – 30% for castrated growing Alpine goats. The body weight gain, feed conversion efficiency, and economic benefits all achieve numerically better performance.

Key words: Copra meal, Alpine goat, Growth, Rumen digestion.

(1) Contribution No. 2681 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

(3) Deputy Director General Office, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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

飼糧中添加抗生素對肉雞腸道組織形態 及雙醣酶活性之影響⁽¹⁾

洪靖崎⁽²⁾ 陳保基⁽³⁾ 陳靜宜⁽³⁾ 朱盈安⁽³⁾ 黃懿儂⁽³⁾ 林義福⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：110 年 6 月 7 日；接受日期：110 年 10 月 8 日

摘 要

本試驗旨在研究抗生素促進肉雞生長的機制，以及對腸道雙醣酶活性和組織形態的作用。選取 192 隻一日齡愛拔益加肉雞，逢機分為對照組 (control)、55 ppm 枯草菌素 (bacitracin)、2.5 ppm 六肽黴素 (nisiheptide) 及 55 ppm 羥四環黴素 (oxytetracycline, OTC) 四組。公母混飼，每處理組 4 重複，每重複 12 隻。分別於 3 週及 6 週時，進行腸道組織型態及消化酵素活性測定。結果顯示，肉雞飼糧中添加枯草菌素或六肽黴素於 3 週及 6 週齡之體增重皆顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，而添加羥四環黴素組至 6 週齡時才有促進增重之效果 ($P < 0.05$)。飼糧中添加枯草菌素及六肽黴素有增加 3 週齡雞隻腸道雙醣酶的活性之趨勢 ($P < 0.1$)。添加枯草菌素於 6 週齡時，顯著增加迴腸絨毛高度，以及空腸及迴腸絨毛高度與腺窩之比例 ($P < 0.05$)，添加六肽黴素減少 3 週齡迴腸黏膜肌層厚度及 6 週齡空腸腺窩深度，同時減少空腸絨毛長度與腺窩之比例 ($P < 0.05$)，相反的，羥四環黴素則顯著提高 3 週齡時空腸腺窩深度及黏膜肌層厚度。飼糧中添加抗生素不影響腸道醣類酵素活性，枯草菌素和六肽黴素對肉雞生長促進的作用可能是由於改善腸道形態所致。

關鍵詞：白肉雞、抗生素、雙醣酶活性、腸道組織形態。

緒 言

家禽生產多採密集飼養，而低劑量抗生素一直被使用於促進動物之生長。在緊迫及病原種類繁多之環境下，業者會有添加抗生素於飼糧中來改善雞隻生產表現之情形。2010 年美國調查對動物施用的 1,300 萬公斤抗生素中，大多數用於促進畜禽的生長 (Spellberg *et al.*, 2013)。添加抗生素於飼料中，雖可抑制家禽腸道中之有害微生物，促進生長與改善飼料利用效率，但卻會引起抗藥性菌株的產生與造成畜產品中藥物殘留等問題。歐盟已於 2006 年全面禁止畜禽養殖業者在動物飼料中使用促進生長用抗生素，在美國也逐步減少促進生長用抗生素的使用 (EC, 2003; FDA, 2012)，禁用或限用抗生素已成為全球之趨勢。因此，找尋取代抗生素替代物質，為近年來畜牧生產之研究重點。

腸道完整性在維持離子、營養物質吸收和水的滲透性，以及限制細菌毒素和病原體的入侵方面扮演重要功能 (Rescigno, 2011)。腸道完整性的喪失導致屏障通透性的增加，被認為是導致代謝紊亂，腸炎和肥胖症的原因 (Connell *et al.*, 2013; Chelakkot *et al.*, 2018)。使用抗生素會影響腸道結構 (Miles *et al.*, 2006; Awad *et al.*, 2015)。研究指出雞隻飼糧中添加純黴素 (virginiamycin) 及枯草菌素於 3 週齡時減少肉雞小腸重量 (Henry *et al.*, 1987)；餵飼羥四環黴素 (oxytetracycline) 及枯草菌素會減少雞隻小腸的長度 (Fethiere and Miles, 1987)。Miles *et al.* (2006) 指出添加純黴素減少迴腸黏膜肌層厚度、絨毛面積、絨毛高度及腺窩深度，而枯草菌素則皆無顯著影響，這些結果顯示，添加不同的抗生素可能對腸道形態造成不同的影響。

雞隻飼料原料含大量的碳水化合物，碳水化合物必須消化成單糖後，才能被小腸吸收。Siddons (1972) 指出，餵飼碳水化合物之基礎飼糧，小腸麥芽糖酶及蔗糖酶活性遠高於蔗糖—異麥芽糖酶 (sucrose-isomaltase) 及乳糖酶，表示麥芽糖酶及蔗糖酶在雞隻之碳水化合物的消化有一定的重要性。此外，在培養液中添加紅黴素 (erythromycin)，

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2682 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(3) 國立臺灣大學動物科學技術系。

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

會抑制小腸吸收羥丁胺酸 (L-threonine) 及半乳糖 (D-galactose)，推測紅黴素作用於運輸 L- 羥丁胺酸及 D- 半乳糖的鈉依賴性運輸器上 (Na^+ -dependent transport)，改變腸道離子電流進而抑制空腸對 L- 羥丁胺酸及 D- 半乳糖的吸收 (Navarro *et al.*, 1992; Navarro *et al.*, 1993)。

枯草菌素、六肽黴素及羥四環黴素具有不同的抗菌圖譜，前二者對於革蘭氏陽性細菌具有明顯的抑菌及殺菌作用，後者為廣譜性抗生素，這些抗生素的使用都與家禽業有關，它們通常用於治療呼吸道、腸道細菌性下痢及促進生長，對家禽業的發展具有重要性 (Diarra and Malouin, 2014)。儘管枯草菌素、六肽黴素及羥四環黴素的抗生素特性已廣為人知，但尚未確定它們對家禽腸道功能的特定作用。此外，仍有其他國家作為促進生長用之抗生素。因此，本研究旨在評估此三種抗生素對提高肉雞生產性能的影響，並探究其添加在飼料中對雞隻腸道形態、消化酵素與生長促進之關連性。

材料與方法

I. 試驗動物與飼養管理

所有實驗動物程序均經國立臺灣大學實驗動物管理與使用委員會批准。自商業孵化場購入 1 日齡愛拔益加白肉雞雞 192 隻，平均分入 4 組，分別為飼料不加抗生素的對照組、枯草菌素添加組 (55 ppm)、六肽黴素添加組 (2.5 ppm) 及羥四環黴素添加組 (55 ppm)。公母混飼，每處理組 4 重複，每重複 12 隻，試驗為期 6 週。試驗期間飲水與飼料皆任飼，飼糧組成如表 1。試驗期間分別於 3 週齡及 6 週齡試驗結束時，每組犧牲 8 隻雞，採集腸道進行分析，在第 21 天和第 42 天，收集每隻雞的近端空腸粘膜 (十二指腸空腸交界處後 4 – 6 cm 處) 及遠端迴腸 (盲腸結直腸交界處前 6 – 8 cm) 用於雙醣酶測定。此外，取近端空腸 (十二指腸空腸交界處後面 6 – 8 cm 處) 和遠端迴腸 (盲腸—結直腸交界處前 4 – 6 cm) 進行組織形態分析。

表 1. 肉雞飼糧中添加抗生素之配方組成

Table 1. The composition of basal diets in broiler

Ingredients	0 – 3 wk	4 – 6 wk
	----- % -----	
Yellow corn, grain	48.80	57.30
Soybean meal, 44%	34.78	29.64
Fish meal, 65%	5.00	2.80
Soybean oil	7.65	6.40
Dicalcium phosphate	1.10	1.38
Calcium carbonate	1.30	1.31
DL-methionine	0.30	0.32
Choline-chloride, 50%	0.07	0.05
Vitamin premix ^a	0.30	0.30
Mineral premix ^b	0.20	0.20
Salt	0.50	0.30
Total	100	100
Calculated value		
Crude protein, %	23.00	20.10
ME, kcal/kg	3,344	3,325
Calcium, %	1.03	1.00
Available phosphorus, %	0.46	0.45

^a Vitamin premix supplied per kilogram of diet: vitamin A, 12,000 IU; vitamin D₃, 3,125 ICU; vitamin E, 37.5 IU; vitamin K₃, 6.25 mg; vitamin B₁, 3.75 mg; vitamin B₂, 12.5 mg; vitamin B₆, 10.0 mg; Ca-pantothenate, 18.8 mg; niacin, 50 mg; biotin, 0.06 mg; folic acid, 1.25 mg; and vitamin B₁₂, 0.05 mg.

^b Mineral premix supplied per kilogram of diet: Cu, 6 mg; Fe, 50 mg; Mn, 40 mg; Zn, 60 mg; Se, 0.075 mg.

II. 測定項目及方法

- (i) 生長性狀：雞隻於第 3 週及第 6 週個別秤重並記錄各欄之飼料採食量，計算 0 – 3 及 4 – 6 週齡體重、採食量及飼料效率如表 2，以瞭解抗生素的添加對生長性能之影響。

表 2. 飼糧中添加抗生素對肉雞生長性能之影響

Table 2. Effect of antibiotic addition in the diet on the performance of broilers

Week	Control	OTC	Bacitracin	Nosiheptide
----- Body weight, g/bird -----				
0	40.5 ± 1.83	40.6 ± 2.16	40.9 ± 2.43	40.8 ± 2.38
3	848 ± 118 ^c	863 ± 83.3 ^c	924 ± 67.9 ^b	960 ± 83.1 ^a
6	1,993 ± 255 ^c	2,124 ± 271 ^b	2,368 ± 276 ^a	2,285 ± 187 ^a
Feed intake, g/bird				
0 – 3	1,032 ± 77.6 ^b	1,095 ± 71.3 ^{ab}	1,107 ± 45.3 ^{ab}	1,176 ± 65.9 ^a
4 – 6	2,756 ± 93.2	2,901 ± 305	3,063 ± 285	2,773 ± 191
0 – 6	3,788 ± 150	3,997 ± 331	4,170 ± 308	3,949 ± 200
Feed/gain, g/g				
0 – 3	1.28 ± 0.05	1.34 ± 0.15	1.25 ± 0.04	1.28 ± 0.09
4 – 6	2.45 ± 0.31	2.33 ± 0.30	2.12 ± 0.09	2.10 ± 0.08
0 – 6	1.96 ± 0.18	1.93 ± 0.20	1.79 ± 0.08	1.76 ± 0.04

Means ± standard error.

^{a, b, c} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Control: basal diets without antibiotic addition, OTC: oxytetracycline.

- (ii) 腸道組織形態學變化：將近端空腸和遠端迴腸用 pH 7.2 的 0.1 M 磷酸鹽緩衝鹽水 (PBS) 沖洗，然後用 10% 中性甲醛固定。24 小時後，從固定液中取出樣品，切成 1 cm² 放入包埋夾中，以石蠟包埋，切片厚度為 6 μm。利用蘇木紫 & 伊紅 (hematoxylin and eosin staining, H & E stain) 將腸道切片染色後，依據 Yu and Chiou (1997) 方法，利用顯微鏡及 Image-Pro Express Version 6.0 (Media Cybernetics, USA) 軟體測量絨毛高度 (villus height)、腺窩深度 (the depth of crypt)、絨毛面積 (villus area) 及黏膜肌層厚度 (muscularis mucosa thickness)，並計算腺窩深度與絨毛高度的比值。腺窩深度相對絨毛高度以一根完整的絨毛及其相連的腺窩為一個單位計算；面積測量以一完整具有腸道上皮細胞之絨毛進行量測；黏膜肌層為垂直之最短距離。平均一隻雞隻切片每種型態測定 20 次。
- (iii) 小腸雙醣酶活性分析：雞隻犧牲後刮取空腸與迴腸之黏膜經秤重後，參考 Hung *et al.* (2020) 方法進行分析。加入 10 倍樣品體積含 2.5 mM EDTA 磷酸鹽緩衝液稀釋後，均質 3 次，每次 10 秒，再使用超音波破膜機打破細胞，之後於 4℃ 以 14,000 rpm 離心 5 分鐘，取上清液為粗酵素液，取 100 μL 上清液適當倍數稀釋，再分別加入 0.28 mM 麥芽糖 (maltose) 100 μL 及 0.29 mM 蔗糖 (sucrose) 100 μL，於 37℃ 震盪作用 30 分鐘後，置入 100℃ 熱水 2 分鐘，終止酵素作用。每管加入 TGO 呈色劑 3 mL (0.1 M tris buffer, 0.3% 50 KU glucose oxidase type 5, 0.5% 50 KU peroxidase, 1% triton X-100, 0.032 mM o-dianisidine) (Sigma, USA)，震盪作用 1 小時，於 405 nm 波長測量其吸光值，粗酵素液使用 Bradford 檢測試劑盒 (Bio-Rad, Hercules, CA, USA) 測量蛋白質濃度。一個單位 (U) 的雙醣酶活性定義為在標準測定條件下每小時釋放 1 μmol 葡萄糖。雙醣酶以比活性 (specific activity) 表示每 1 mg 的蛋白質含有多少 unit 的雙醣酶酵素活性 (U/mg protein)。
- (iv) 統計分析：實驗所獲得之資料使用 SAS 統計分析軟體 (SAS Institute, 2003)，以一般線性模式 (General Linear Model Procedure, GLM) 進行變方分析，如達顯著差異時再以鄧肯氏新多變域測定法 (Duncan's new multiple range test)，進行平均值比較，檢測組間差異之顯著性。資料皆以平均值 ± 標準偏差表示，本試驗顯著差異水準為 $P < 0.05$ 。

結果與討論

枯草菌素、六肽黴素及羥四環黴素具有不同的抗菌圖譜，可應用其治療疾病或促進生長作用來提高家畜禽業的

發展 (Diarra and Malouin, 2014)。本研究顯示，肉雞飼糧中添加枯草菌素和六肽黴素於 3 週及 6 週齡之體重及體增重皆顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，而添加羧四環黴素組僅於 6 週齡時其體重及體增重亦顯著較對照組高 ($P < 0.05$)，枯草菌素和六肽黴素促進雞隻增重的效果於 6 週齡又顯著較羧四環黴素為高 ($P < 0.05$) (表 2)，添加枯草菌素和六肽黴素雖然降低了 4 – 6 週及 0 – 6 週飼料轉換率，提高飼料效率，但並未達顯著水準 ($P > 0.05$)。

動物飼糧中添加低劑量促進生長用的抗生素可增加體重 5 – 6%，提高飼料效率 3 – 4% (Zimmerman, 1986; CEAS, 1991; Butaye *et al.*, 2003)，施用枯草菌素和六肽黴素在提高體重增加和飼料效率與其結果相似。Weldon (1997) 指出生長促進與氮代謝的改善有關，包括表面氮消化率、氮保留和補充抗生素的豬的氮排泄減少。Oliver *et al.* (2014) 研究顯示抗生素添加在豬體內增加蛋白質含量並減少了脂質的蓄積。使用抗生素的動物之肉品品質量也更好，蛋白質含量增加，脂肪含量減少 (Hughes and Heritage, 2002)。這可能顯示添加飼糧中添加抗生素對促進生長的有益作用可能歸因於蛋白質蓄積增加。

腸道形態可評估腸道完整性和營養吸收效率。添加枯草菌素於 6 週齡時，相較於對照組顯著增加迴腸絨毛高度、空腸及迴腸絨毛長度與腺窩之比例 ($P < 0.05$)；添加六肽黴素於 3 週齡減少迴腸黏膜肌層厚度及 6 週齡空腸腺窩深度與絨毛長度與腺窩之比例 ($P < 0.05$)；添加羧四環黴素則顯著提高 3 週齡時空腸腺窩深度及黏膜肌層厚度 ($P < 0.05$) (表 3 及表 4)。

表 3. 飼糧中添加抗生素對肉雞空腸絨毛組織形態之影響

Table 3. Effect of antibiotics addition in the diet on villus histology of jejunum in broilers

Week/Item	Control	OTC	Bacitracin	Nosiheptide
3-wk-age				
Villus height, μm	866 \pm 217	1,016 \pm 132	972 \pm 150	926 \pm 139
Villus area, μm^2	169,175 \pm 84,854	208,253 \pm 67,386	183,274 \pm 43,909	184,230 \pm 43,820
Muscularis mucosae thickness, μm	36.8 \pm 3.7 ^b	42.2 \pm 6.0 ^a	35.6 \pm 3.4 ^b	34.6 \pm 2.9 ^b
Depth of crypt, μm	123 \pm 20 ^b	151 \pm 16 ^a	149 \pm 20 ^a	120 \pm 17 ^b
Ratio of villus/crypts cell	7.11 \pm 1.63	6.81 \pm 1.29	6.62 \pm 1.34	7.71 \pm 0.97
6-wk-age				
Villus height, μm	1,022 \pm 198	1,083 \pm 202	1,185 \pm 108	1,058 \pm 2079
Villus area, μm^2	218,102 \pm 53,965	234,076 \pm 45,326	236,941 \pm 29,830	200,566 \pm 62,283
Muscularis mucosae thickness, μm	48.2 \pm 5.4	46.6 \pm 5.2	46.7 \pm 5.7	46.2 \pm 3.1
Depth of crypt, μm	221 \pm 16 ^a	215 \pm 23 ^a	208 \pm 16 ^{ab}	189 \pm 20 ^b
Ratio of villus/crypts cell	4.67 \pm 1.04 ^b	5.01 \pm 0.52 ^{ab}	5.73 \pm 0.75 ^a	5.66 \pm 1.28 ^a

Means \pm standard error.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Control: basal diets without antibiotic addition, OTC: oxytetracycline (n = 20).

腸道上皮的表面積是營養吸收效率的重要指標。腺窩深度的減少顯示腸上皮細胞周轉 (turnover) 速度降低，意味著代謝成本降低 (Willing and Kessel, 2007; Long *et al.*, 2016)。研究指出，用大腸桿菌 K88 感染雞隻，雞隻空腸中的腺窩深度增加，而飼料中添加抗生素可利斯汀 (colistin) 則逆轉了這種負面影響 (Zhang *et al.*, 2016)。補充抗生素可利斯汀可以減少腸道黏膜的腺窩深度，並增加肉雞和豬十二指腸的絨毛高度 (Torrallardona *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2016)。Hung *et al.* (2020) 指出添加可利斯汀和泰黴素 (tylosin) 增加絨毛面積及降低了空腸腺窩深度，推測添加抗生素可降低腸上皮細胞的代謝及增加絨毛營養吸收，有益於雞隻生長促進作用。本研究顯示枯草菌素增強了迴腸絨毛的高度及絨毛高度與腺窩深度之比例，而六肽黴素則降低 6 週齡雞隻空腸腺窩深度。這些變化顯示補充枯草菌素和六肽黴素可減少腸上皮細胞的周轉速度或增加絨毛吸收面積，進而促進生長。

腸道黏膜厚度與營養物質的利用、絨毛、線窩及黏膜肌層厚度有關 (Niewold, 2007)。在豬隻的研究顯示，較薄的腸道減少了能量消耗，因為器官重量增加對豬隻能量消耗的貢獻更大 (Pond *et al.*, 1988)。六肽黴素減少腸道黏膜厚度，這可能有利於營養吸收和減少能量消耗。相反的，羧四環黴素增加腸道黏膜厚度及空腸腺窩深度，顯示營養吸收效率降低，造成促進生長的效果較其他 2 種抗生素低。Percy and Christensen (1985) 研究顯示克林黴素 (clindamycin)、氨苄青黴素 (ampicillin) 和林可黴素 (lincomycin) 影響腸道黏膜肌層的張力和收縮，相對於本研究，六肽黴素的添加減少腸道黏膜厚度，可能與腸道肌肉的收縮有關。此外，前人研究顯示，餵飼乃卡巴精 (nicarbazin) 和沙利黴素 (salinomycin) 的家禽的盲腸固有層厚度減少，是盲腸病原體感染減少的間接指標 (Silva *et al.*, 2009)。添加氨基泰黴素 (tilmicosin) 減少腸道菌群並調節細胞因子 (cytokines)，而具有抗發炎作用 (anti-inflammatory) (Cao *et*

al., 2006)。相似的結果發現於可利斯汀和泰黴素添加降低了斷奶仔豬腸中的大腸桿菌和腸球菌含量，表明較低的細菌載量可以減輕免疫系統的壓力 (Torrallardona *et al.*, 2003; Cornick, 2010)。腸道壁厚度的增加與炎症進展過程中各種炎症細胞的水腫和浸潤的存在有關 (Larsson *et al.*, 2006)。可利斯汀和泰黴素可通過減少炎症細胞因子的反應來減輕炎症 (Cao *et al.*, 2006; Matzneller *et al.*, 2017)，而與本試驗研究四環黴素同類型之氯四環黴素 (Chlortetracycline, CTC) 並不能減少炎症細胞的增殖 (Tong *et al.*, 2002)，顯示不同抗生素對腸道粘膜厚度影響不同，可能由於抗生素對於炎症細胞的流入和累積反應不同所致。

表 4. 飼糧中添加抗生素對肉雞迴腸絨毛組織形態之影響

Table 4. Effect of addition in the diet on villus histology in the ileum of broilers

Week/Item	Control	OTC	Bacitracin	Nosiheptide
3-wk-age				
Villus height, μm	555 \pm 54.6	587 \pm 129	572 \pm 105	487 \pm 44.5
Villus area, μm^2	82,643 \pm 14,100 ^{ab}	88,593 \pm 14,317 ^{ab}	92,394 \pm 19,446 ^a	74,764 \pm 13,164 ^b
Muscularis mucosae thickness, μm	45.7 \pm 3.3 ^a	45.5 \pm 6.2 ^a	48.8 \pm 6.1 ^a	37.5 \pm 2.6 ^b
Depth of crypt, μm	133 \pm 33 ^b	135 \pm 31 ^b	165 \pm 24 ^a	108 \pm 9 ^b
Ratio of villus/crypts cell	4.36 \pm 1.00 ^a	4.43 \pm 1.03 ^a	3.51 \pm 0.75 ^b	4.54 \pm 0.26 ^a
6-wk-age				
Villus height, μm	612 \pm 62.5 ^b	613 \pm 88.6 ^b	733 \pm 102 ^a	577 \pm 60.1 ^b
Villus area, μm^2	120,756 \pm 16,845	121,003 \pm 20,949	136,308 \pm 22,616	116,182 \pm 26,080
Muscularis mucosae thickness, μm	52.9 \pm 5.2	52.3 \pm 4.6	53.0 \pm 7.1	50.8 \pm 4.7
Depth of crypt, μm	161 \pm 33	180 \pm 32	162 \pm 30	179 \pm 17
Ratio of villus/crypts cell	3.98 \pm 1.12 ^b	3.46 \pm 0.47 ^b	4.70 \pm 1.23 ^a	3.26 \pm 0.53 ^b

Means \pm standard error.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Control: basal diets without antibiotic addition, OTC: oxytetracycline (n = 20).

腸道中的消化酶活性在營養物質的消化中扮演著重要的角色。雞隻飼料中的玉米澱粉成分高，若雙醣酶的活性越高，將碳水化合物水解為葡萄糖以利吸收的能力也會隨之增加 (Scott *et al.*, 2004)。抗生素具有調節消化酶活性的能力，純黴素和六肽黴素的補充除了改善雞的生長性能外，還增加了雞隻腸道麥芽糖酶和蔗糖酶的腸道活性 (Al-Batshan *et al.*, 1992; Lee *et al.*, 2011)。補充可利斯汀可以增強空腸中麥芽糖酶和蔗糖酶的活性，進一步提高斷奶豬腸道的養分利用率 (Wan *et al.*, 2016)。用大腸桿菌 K88 攻擊的雞顯示腸屏障功能降低，澱粉酶、蛋白酶及脂肪酶的活性亦降低，補充可利斯汀可改善這些負面影響 (Zhang *et al.*, 2016)。本實驗結果顯示，飼糧中添加枯草菌素及六肽黴素有減少 3 週齡雞隻腸道雙醣酶的活性之趨勢 ($P < 0.1$) (圖 1 及 2)，進而提高動物腸道營養消化。

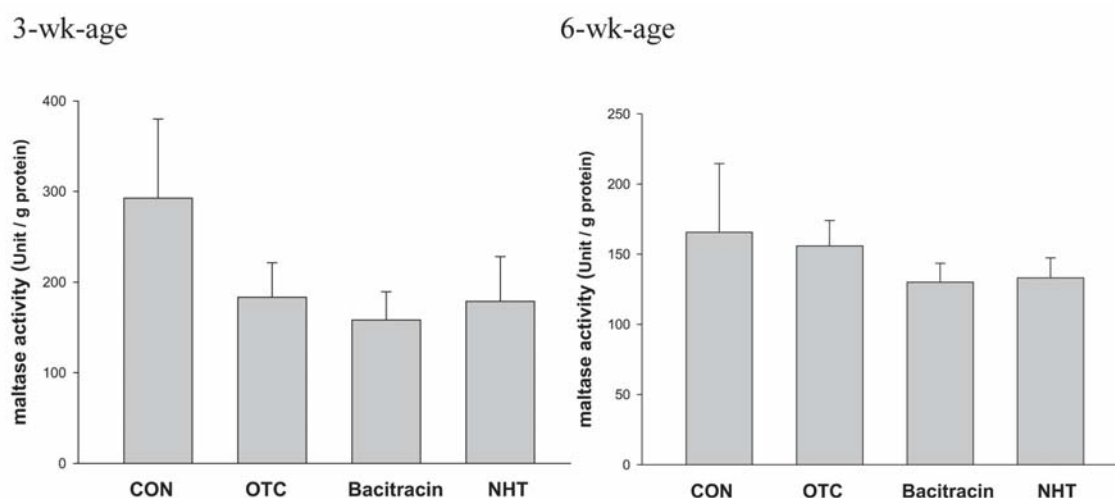


圖 1. 飼糧中添加抗生素對 3 及 6 週齡之肉雞空腸黏膜麥芽糖酶活性影響。

Fig. 1. Maltase activities in jejunum of 3-wk and 6-wk-age broilers fed different antibiotics. One unit of maltase activity was defined as 1 μmol glucose released per hour under standard assay conditions.

CON: control, OTC: oxytetracycline, NHT: nosiheptide.

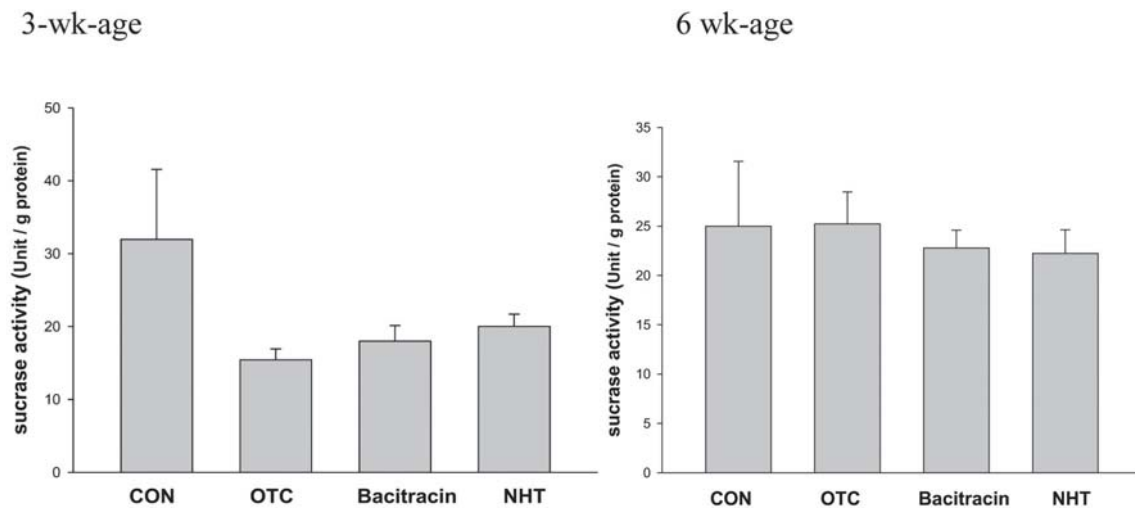


圖 2. 飼糧中添加抗生素對 3 及 6 週齡之肉雞空腸黏膜蔗糖酶活性影響。

Fig. 2. Sucrase activities in jejunum of 3-wk and 6-wk-age old broilers fed different antibiotics. One unit of sucrase activity was defined as 1 μ mol glucose released per hour under standard assay conditions.

CON: control, OTC: oxytetracycline, NHT: nisin.

結 論

飼糧中添加枯草菌素及六肽黴素能夠透過改變腸道形態來加速肉雞的生長，而不同抗生素可能對於腸道的形態影響也不同，枯草菌素及六肽黴素透過調節腸道形態來促進其生長之表現。

參考文獻

- Al-Batshan, H. A., J. L. Sell, J. Piquer, E. Mallarino, M. F. Soto-Salanova, and C. R. Angel. 1992. Responses of turkey poults to virginiamycin as influenced by litter condition and experimentally induced stunting syndrome. *Poult. Sci.* 71: 894-904.
- Awad, W. A., A. Molnár, J. R. Aschenbach, K. Ghareeb, B. Khayal, C. Hess, D. Liebhart, K. Dublec, and M. Hess. 2015. *Campylobacter* infection in chickens modulates the intestinal epithelial barrier function. *Innate Immun.* 21: 151-160.
- Butaye, P., L. A. Devriese, and F. Haesebrouck. 2003. Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. *Clin. Microbiol. Rev.* 16: 175-188.
- Cao, X., M. Dong, J. Shen, B. Wu, C. Wu, X. Du, Z. Wang, Y. Qi, and B. Li. 2006. Tilmicosin and tylosin have anti-inflammatory properties via modulation of COX-2 and iNOS gene expression and production of cytokines in LPS-induced macrophages and monocytes. *Int. J. Antimicrob. Agents* 27: 431-438.
- CEAS. 1991. The impact on animal husbandry in the European community of the use of growth promoters. Growth promoters in animal feed. Rep. Eur. Comm. London Univ. Press, UK. pp. 1-319.
- Chelakkot, C., J. Ghim, and S. H. Ryu. 2018. Mechanisms regulating intestinal barrier integrity and its pathological implications. *Exp. Mol. Med.* 50: 1-9.
- Connell, S., K. G. Meade, B. Allan, A. T. Lloyd, T. Downing, C. O'Farrelly, and D. G. Bradley. 2013. Genome-wide association analysis of avian resistance to *Campylobacter jejuni* colonization identifies risk locus spanning the CDH13 gene. *G3- Genes Genom. Genet.* 3: 881.
- Cornick, N. A. 2010. Tylosin and chlorotetracycline decrease the duration of fecal shedding of *E. coli* O157:H7 by swine. *Vet. Microbiol.* 143: 417-419.
- Diarra, M. S. and F. Malouin. 2014. Antibiotics in Canadian poultry productions and anticipated alternatives. *Front. Microbiol.* 5: 1-15. (Review)
- EC. 2003. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition.

- FDA. 2012. The Judicious Use of Medically Important Antimicrobial Drugs in Food-Producing Animals. US FDA. USA. 31707-31735.
- Fethiere, R. and R. D. Miles. 1987. Intestinal tract weight of chicks fed an antibiotic and probiotic. *Nutrition Reports International* 36: 1305-1309.
- Henry, P. R., C. B. Ammerman, D. R. Campbell, and R. D. Miles. 1987. Effect of antibiotics on tissue trace mineral concentration and intestinal tract weight of broiler chicks. *Poult. Sci.* 66: 1014-1018.
- Hughes, P. and J. Heritage. 2002. Antibiotic growth-promoters in food animals. Food and Agricultural Organization. Accessed Aug. 30, 2011.
- Hung, C. C., C. Y. Chen, and B. J. Chen. 2020. Colistin and tylosin enhances disaccharidase activities, and improves morphology and permeability of the intestine of broilers. *Br. Poult. Sci.* 61: 465-470.
- Larsson, A. E., S. Melgar, E. Rehnström, E. Michaëlsson, L. Svensson, P. Hockings, and L. E. Olsson. 2006. Magnetic resonance imaging of experimental mouse colitis and association with inflammatory activity. *Inflamm. Bowel Dis.* 12: 478-485.
- Lee, D. N., S. R. Lyu, R. C. Wang, C. F. Weng, and B. J. Chen. 2011. Exhibit differential functions of various Antibiotic Growth Promoters in broiler growth, immune response and gastrointestinal physiology. *Int. J. Poult. Sci.* 10: 216-220.
- Long, Y., S. Lin, J. Zhu, X. Pang, Z. Fang, Y. Lin, L. Che, S. Xu, J. Li, Y. Huang, X. Su, and D. Wu. 2016. Effects of dietary lysozyme levels on growth performance, intestinal morphology, non-specific immunity and mRNA expression in weanling piglets. *Anim. Sci. J.* 87: 411-418.
- Matzneller, P., S. Strommer, C. Drucker, K. Petroczi, C. Schörghofer, E. Lackner, B. Jilma, and M. Zeitlinger. 2017. Colistin Reduces LPS-Triggered Inflammation in a Human Sepsis Model In Vivo: A Randomized Controlled Trial. *Clin. Pharmacol. Ther.* 101: 773-781.
- Miles, R. D., G. D. Butcher, P. R. Henry, and R. C. Littell. 2006. Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poult. Sci.* 85: 476-485.
- Navarro, H., M. P. Arruebo, A. I. Alcalde, and V. Sorribas. 1993. Effect of erythromycin on D-galactose absorption and sucrase activity in rabbit jejunum. *Can. J Physiol. Pharmacol.* 71: 191-194.
- Navarro, H., M. P. Arruebo, V. Sorribas, and A. I. Alcalde. 1992. Effect of erythromycin on L-threonine transport in rabbit jejunum in vitro. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 15: 188-193.
- Niewold, T. A. 2007. The nonantibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. *Poult. Sci.* 86: 605-609.
- Oliver, W. T., J. E. Wells, and C. V. Maxwell. 2014. Lysozyme as an alternative to antibiotics improves performance in nursery pigs during an indirect immune challenge. *J. Anim. Sci.* 92: 4927-4934.
- Percy, W. H. and J. Christensen. 1985. Antibiotic depression of evoked and spontaneous responses of opossum distal colonic muscularis mucosae in vitro: a factor in antibiotic-associated colitis? *Gastroenterology* 88: 964-970.
- Pond, W. G., H. G. Jung, and V. H. Varel. 1988. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. *J. Anim. Sci.* 66: 699-706.
- Rescigno, M. 2011. The intestinal epithelial barrier in the control of homeostasis and immunity. *Trends Immunol.* 32: 256-264.
- SAS Institute. 2003. SAS User's Guide. Version 9.1 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC., USA.
- Scott, K. G., L. C. Yu, and A. G. Buret. 2004. Role of CD8⁺ and CD4⁺ T lymphocytes in jejunal mucosal injury during murine giardiasis. *Infect. Immun.* 72: 3536-3542.
- Siddons, R. C. 1972. Effect of diet on disaccharidase activity in the chick. *Br. J. Nutr.* 27: 343-352.
- Silva, M., B. Pessotti, S. Zanini, G. Colnago, M. R. Rodrigues, L. Nunes, M. Zanini, and I. Martins. 2009. Intestinal mucosa structure of broiler chickens infected experimentally with *Eimeriatenella* and treated with essential oil of oregano. *Cienc. Rural* 30: 1471-1477.
- Spellberg, B., J. G. Bartlett, and D. N. Gilbert. 2013. The future of antibiotics and resistance. *N. Engl. J. Med.* 368: 299-302.
- Tong, J., R. Zhang, R. Sa, S. Pan, and Y. Huang. 2002. Immunosuppressant effect of long term and subtherapeutic chlortetracycline in broiler. *Agr. Sci. China* 1: 472-476.
- Torrallardona, D., M. R. Conde, I. Badiola, J. Polo, and J. Brufau. 2003. Effect of fishmeal replacement with spray-dried animal plasma and colistin on intestinal structure, intestinal microbiology, and performance of weanling pigs challenged

- with *Escherichia coli* K99. J. Anim. Sci. 81: 1220-1226.
- Wan, J., Y. Li, D. Chen, B. Yu, G. Chen, P. Zheng, X. Mao, J. Yu, and J. He. 2016. Recombinant plectasin elicits similar improvements in the performance and intestinal mucosa growth and activity in weaned pigs as an antibiotic. Anim. Feed Sci. Technol. 211: 216-226.
- Weldon, W. C. 1997. Tylosin: effects on nutrient metabolism. In proceedings of world pork exposition swine research review elanco animal health, Greenfield, IN.
- Willing, B. P. and A. G. Kessel. 2007. Enterocyte proliferation and apoptosis in the caudal small intestine is influenced by the composition of colonizing commensal bacteria in the neonatal gnotobiotic pig. J. Anim. Sci. 85: 3256-3266.
- Yu, B. and W. S. Chiou. 1997. The morphological changes of intestinal mucosa in growing rabbits. Lab Anim 31: 254-263.
- Zhang, L., L. Zhang, X. a. Zhan, X. Zeng, L. Zhou, G. Cao, A. Chen, and C. Yang. 2016. Effects of dietary supplementation of probiotic, *Clostridium butyricum*, on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and digestive enzyme activity in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* K88. J. Anim. Sci. Biotechno. 7: 3.
- Zimmerman, D. 1986. Role of subtherapeutic levels of antimicrobials in pig production. J. Anim. Sci. 62 (Suppl. 3): 6-17.

Effects of antibiotics addition on intestinal morphology and disaccharidase activity in broilers ⁽¹⁾

Ching-Chi Hung ⁽²⁾ Bao-Ji Chen ⁽³⁾ Ching-Yi Chen ⁽³⁾ Ying-An Chu ⁽³⁾
I-Nung Huang ⁽³⁾ and Yih-Fwu Lin ^{(2) (4)}

Received: Jun. 7, 2021; Accepted: Oct. 8, 2021

Abstract

The study emphasizes on the potential effects of antibiotics on intestinal digestion and integrity in broilers with respect to histological morphology and disaccharidase activity. A total of 192 one-day-old Arbor Acres birds were randomly allocated to one of the following four treatments for 42 days including control, bacitracin (55 mg/kg), nisin (2.5 mg/kg), and oxytetracycline (OTC, 55 mg/kg) groups. The addition of bacitracin and nisin caused an increase in body weight gain at 3 wk and 6 wk of age and OTC addition only promoted weight gain at 3 wk of age ($P < 0.05$). The addition of bacitracin and nisin had a marginal effect on disaccharidase activity in the jejunum and ileum at 3 wk of age ($P < 0.1$). The addition of bacitracin significantly increased the villus area length of ileum, and the ratio of villus to crypt cell of jejunum and ileum at 6 wk of age when compared with the control group ($P < 0.05$). The addition of nisin reduced the thickness of the ileum mucosae at 3 wk of age and decreased the depth of crypt in the jejunum at 6 wk of age ($P < 0.05$). On contrary, CTC thickened the muscularis mucosae and the depth of crypt in the jejunum at 3 wk of age ($P < 0.05$). In sum, bacitracin and nisin exhibit a beneficial effect on intestinal integrity by improving gut morphology.

Key words: Broilers, Antibiotics, Disaccharidase activities, Intestinal morphology.

(1) Contribution No. 2682 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

(3) Department of Animal Science and Technology, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, R.O.C.

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

畜產產業群聚與創新治理：青年從農個案研究⁽¹⁾

賴佑宜⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ 王斌永⁽²⁾

收件日期：110 年 5 月 24 日；接受日期：110 年 10 月 8 日

摘 要

本研究主要由青年從農個案中探討畜產產業群聚的原因，以價值創造、服務主導邏輯及網絡管理之三大構面進行剖析，並從訪談文字稿編碼出產業群聚與創新治理的模式。發現透過價值共享生態圈方式創新治理，有效網絡管理，提供一個有效率的規劃觀念與方法，思考產業間的互相依賴關係，建立產業不明文制度框架，可在協同效應下建立聯盟推動共同利益，有效提升經濟效益，共創價值。未來政策部分，建議政府技術輔導應以區域農地群聚或農產業群聚模式深耕，透過創新網絡管理，使價值平均分配，進而達到農業均富之終極目標。

關鍵詞：產業群聚、服務主導邏輯、網絡管理。

緒 言

臺灣農業面對加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO) 後之全球化競爭與挑戰，以及畜產原物料成本高漲之壓力，對於農業目前所面臨的瓶頸，關鍵在於「農業生產」過於零碎化、人口老化以及生產技術上的落後，導致生產成本過高，價格競爭力不足。另外，則聚焦於「農產品行銷」，認為農民會生產，卻不會行銷，導致農民生計嚴重受影響，需要盤商協助販售，因此真正要解決的問題為讓農民可以得到合理的生產利潤。從事畜產產業而導致的土壤退化、環境汙染、氣候暖化、動物遺傳資源流失、水資源逐日匱乏、週期性及新型態的疫病等，對全球畜產產業發展帶來嚴峻的挑戰。因應國際貿易頻繁、非再生資源減少及食安教育普及，國際畜牧產業發展與科技研發投入著重於永續經營及人道管理，並有效控制疾病發生與提升防檢疫效率 (吳，2018)。

在萎縮的市場中要如何提高自己的市佔率以及維持穩定成長為永續經營的不二法門。無論是維持傳統的銷售模式以量制價、薄利多銷，來爭取提高市占金額，抑或是轉型經營模式，以品牌價值進攻的利基市場，並以契作方式將不同的肉品加以整合重新包裝，以品牌方式推出來確保肉品來源品質，將品牌價值所衍生出額外的品牌資產來回饋合作 (呂，2016)。

農場規模大小在農場生產、經濟特性上扮演關鍵角色，亦為影響農場生產績效因素之一 (Katchova, 2005)。我國農業係屬小農經營結構，農地規模狹小所帶來的經營效率偏低、產業發展缺乏規模經濟，因此以區域農地群聚利用觀點切入，後續整合農業中心衛星體系、小地主大佃農政策及青年農民培育輔導等理念，集中投入政府產業輔導資源，營造農產業群聚發展場域，並期作為國內農業結構調整與經營創新之重要模式。

合作是基於自願形成之長期互賴關係，成員雙方須在自利、互惠基礎上，進行某種程度配合，才能發揮連結效益 (吳，1996)。聯盟為廠商透過合作關係，互補資源，以互惠原則達成廠商間之策略目標 (莊等，2000)。聯盟的建立屬於一種開放式創新，其基本核心在於以創新為基礎，而一個成功聯盟的建立，必須針對價值創造、價值分配以及網絡管理三個部分進行規劃 (孫等，2013)。「開放式創新」是結合外部與內部創意於一個「結構」(architecture) 或「系統」(systems) 的過程，如企業營運模式、外部搜尋平臺與社群連結等；同時「開放式創新」是一種結合價值創造與價值擷取的營運模式 (陳，2000)。

產業群聚 (industry cluster) 是指在某一特定區域中，一群在地理上鄰近或更相互關聯的企業或機構，存在著共通性與支援性的連結，更有著既競爭又合作的關係，然而產業群聚意涵並非僅止於產業的地理鄰近性 (geographical proximity)，更有包含產業生產與社會網絡 (social networks)，其整體關係緊密，一地區欲形成產業群聚必須結合該地

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2683 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所技術服務組。

(3) 國立臺灣科技大學資訊管理系。

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

區之生產要素、需求條件、相關支援產業和企業策略、結構與同業競爭。這種由供應商、競爭者、客戶聯結之「產業群聚」現象常集中於某個特定區域，Porter (1998) 也認為，對於國家整體競爭力而言，產業群聚扮演一個很重要的角色，產業群聚更能促進其他相關產業發展、吸引外來投資、提高就業率與提升人力資源水準等等，更助於提升整體國家經濟成長之成效。在外部經濟性、聯合行動與制度背景影響的效果下，產業群聚是可以發揮降低交易成本、提升生產力、創造就業機會、產生遞增的規模報酬及強化專業分工的效果，產生合作的綜效。群聚的發展若要成功必須政府和廠商共同努力，各自扮演好自己的角色才行 (許及許，2011)。

本研究透過探討畜產產業群聚與透過建立價值共享生態圈方式創新治理，所謂的「治理」(governance) 係指政府與社會多元相關參與者，建立一套溝通協調的互動機制，以形成特定政策方向，並共同處理公共事務運作的過程，它不僅促進了傳統科層體制的改革，更企圖建構一個分權、參與、多元、合夥與網絡化的公共政策體系 (趙，2008)。由於在「治理」中引入了更多「利害關係人」(stakeholders) 來參與公共事務，透過彼此連結，納入更多元的參與者進行互動，因而獲得更符合公民需求的最大共識，這亦即所謂的「網絡治理」(network governance) 概念 (呂，2006)。有效網絡治理，提供一個有效率的規劃觀念與方法，思考產業間的互相依賴關係和協助擬定有效的產業政策。Porter and Kramer (2011) 認為創造價值共享是企業策略之一環，不但可藉之建立競爭優勢、確保利潤、促進組織的永續經營，而且亦將解決不少社會問題，善盡企業之社會責任。因此，本研究以青年農民個案探討產業群聚與創新治理為重點，冀望能達到下列目的：

- I. 瞭解畜產產業群聚原因。
- II. 瞭解畜產產業創新治理模式。
- III. 建構畜產產業價值共享生態圈之概念與架構。

材料與方法

本研究探討畜產產業群聚與創新治理，採個案研究中，描述性多重個案研究法 (descriptive multiple-cases study)。藉由深入訪談，獲取第一手資料 (或稱初級資料，primary data)，並輔以次級資料 (例如：相關實證文獻、個案基本資料、相關紀錄、計畫書等) 相互佐證。本研究藉由多個個案研究分析，試圖求取原樣複現 (literal replication) 效果。分析性概化乃是 Yin (2003) 個案研究的重點。當單一個案分析結果與研究命題吻合後，繼續以第二、第三個案為例，瞭解相同現象是否存在於不同個案中，藉此，以獲取原樣複現效果，進而達到分析性概化之目的。

I. 研究流程

茲將本研究流程以圖 1 說明，從畜產產業群聚，以致於創新治理，進而建立青年從農輔導參考，引發出研究動機與目的，並挑選合適的個案，同時蒐集次級資料，加以釐清和修正研究架構，進行個案訪談，引出案例結果，找出共通性理論基礎，進而導引出對發展政策的影響及建議。

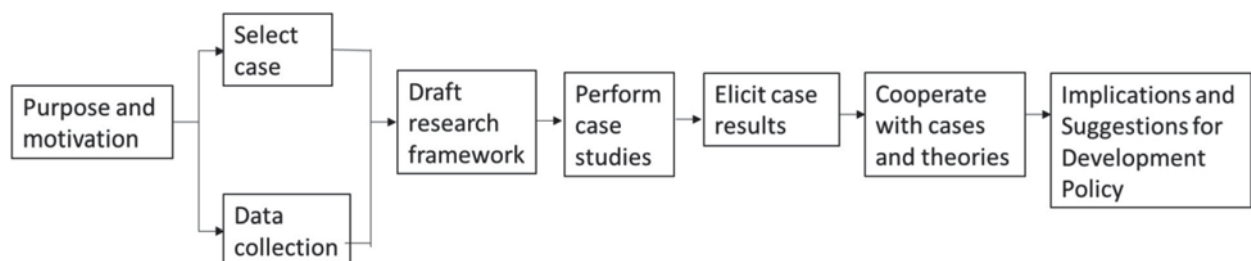


圖 1. 畜產產業群聚與創新治理之研究流程。

Fig. 1. Research process of the livestock products industry aggregation and innovative governance.

II. 個案背景概述

運用多重證據資料來源探討畜產業的百大青農 4 件以及十大神農 4 件，採取半開放式訪談方式，進行農民經營輔導效能綜合分析與了解，促進個案問題的解決及適應現今畜產產業現況，重視行為的發生皆有其原因與背景，蒐集完整、一致、連貫的個案資料。

(i) 養豬產業：

1. A 個案：彰化芳苑鄉養豬場，獲選為 2015 十大神農，是第三代畜牧場經營者，畢業於大葉大學生物產業科技學系研究所，該豬場已建立現代化高效率環保養豬生產系統，運用綠色生態養殖方式，引入經三段式處理後的廢水來培養優質藻類養殖文蛤池，並生產優質黑豬產品。
2. B 個案：原先服務於科技廠，返鄉屏東從農投入養豬業，飼養臺灣最古老的黑豬—平埔黑豬，獲選百大青農、屏東優良農民等，並成功將黑豬活體外銷香港。導入以往在大企業工作學習到的管理知識與方法，成功順利轉型。

(ii) 家禽產業：

1. C 個案：第一代為神農獎得主，目前第二代經營，位處雲林，為臺灣有色肉雞最大電宰場，臺灣目前年產土雞約 1 億隻，該個案一年自養加契養 480 萬隻土雞，市占率 4.8%，年營業額突破 14 億元。2014 年成功選育「桂丁雞」，2016 年入選國宴雞。
2. D 個案：百大青年農民，也是首位白肉雞業界將生產、銷售成功串連起來，通過產銷履歷驗證、人道飼養與友善畜產驗證三種認證的白肉雞養殖場。
3. E 個案：第一代為神農獎得主，目前第二代經營。地處屏東，將養鴨產業垂直整合從種鴨—孵化—飼養屠宰—加工—販售，確實做到管制生物安全及資源再利用。

(iii) 草食動物產業：

1. F 個案：百大青年農民，臺灣牛肉最大的供應農場，垂直整合了「從牧場到餐桌」的產業鏈，確實減少食物里程，提供在地安心、新鮮的牛肉。
2. G 個案：百大青年農民，第二代經營，採取機械化飼養羊隻經營方式，為山羊關節炎腦炎 (Caprine arthritis-encephalomyelitis, CAE) 與山羊黏多醣症 (Caprine mucopolysaccharidosis-IIID) 清淨場，並為第一家取得登記證書的種肉羊畜牧場。
3. H 個案：十大神農獎得主，為第二代經營者，養鹿規模從原先的 30 頭擴張到現在的 500 頭，鹿茸年產量可達 600 公斤，並將研發的水鹿鹿茸萃取物運用在乳液、精華液面膜等保養品上。

結果與討論

本研究以畜產產業群聚發展角度觀察，以價值創造、服務主導邏輯及網絡管理之三大構面進行剖析，8 個案分別分析列表 (表 1) 連結模式，從研究發現所有個案皆具有品牌行銷、合作、服務主導邏輯及網絡建置，但因產業屬性不同，及導入企業經營模式，導致價值分配有所差異，追本溯源，C、E 兩案為具規模的大廠，透過自設孵化設備、飼料廠及加工廠，實現一條龍的生產模式，並擁有價值分配的契養場，可透過生產流程一貫化以有效控管最終產品之品質外，亦可改善產銷失衡所造成之價格波動，並從訪談結果編碼出產業群聚與創新治理的模式。

表 1. 畜產產業群聚發展連結模式分析

Table 1. Analysis on the connection mode of the cluster development of the livestock products industry

Case	Value creation			Service- dominant logic	Network management
	Brand	Cooperation	Profit distribution		
A	○	○	×	○	○
B	○	○	×	○	○
C	○	○	○	○	○
D	○	○	×	○	○
E	○	○	○	○	○
F	○	○	×	○	○
G	○	○	×	○	○
H	○	○	×	○	○

○：Do it；×：Can't do

I. 價值創造

不同於價值鏈線性思維，近年來愈來愈多學者強調價值創造的共創 (co-creation) 觀點與互動 (interaction) 觀

點，所謂共創觀點強調價值是由廠商與消費者共同創造，而非從廠商單向提供 (Lepak *et al.*, 2007; Priem, 2007; Pitelis, 2009)；而互動觀點則認為價值創造必須透過廠商之間相互合作來創造各項生產資源方能達成 (Hammervoll, 2005; Hammervoll and Tofen, 2010)。此種互動價值創造關係，關注的重點在於相互學習及發展能力，亦即如何與交易夥伴分享具有價值的資產及組合互補性策略資源 (Wang and Wei, 2007)。

多數個案皆與上下游串起價值鏈，畜產產業群聚起自於價值共創。過去的農業組織網絡關係，鮮少以「共創」的角度探討利害關係人之互動關係以及組織網絡之影響性。現今組織為提升其生產力與服務品質，以維持營運及創造競爭優勢，產業開始強調透過跨領域或與不同利害關係人進行共創，以達到組織永續發展之目標，使得利害關係人在組織內扮演的角色顯得更為重要，已然成為不可或缺的一環。臺灣農業的發展逐漸從過去聚焦於農產品的生產，開始向外尋找創新的機會，為顧客提供更多元的體驗服務。因此，本研究嘗試以服務主導邏輯理論觀點，分析畜產與利害關係人是如何將彼此的資源整合與相互提供服務，進而共同創造價值。

重要論述 1：建立共同品牌價值，有效管理上下游及控制成本。

重要論述 2：建立協同伙伴關係，建立更大市場。

在組織中創造的價值須被分享給不同的參與者（也包含目標消費者）稱之為價值分配。在思考價值分配的方法時，應同時考量價值創造之策略，因為參與者合作品質和所分享的價值，皆會影響組織整體可創造多少價值。此外，每個參與者必須在合作參與中獲得應有的利潤（孫，2013）。

重要論述 3：組織內利潤比組織外高很多。

重要論述 4：契養者可以確保每個人可以取得合理的利潤，並使每個成員保有獲利承諾。

II. 服務主導邏輯

服務主導邏輯 (service-dominant logic) 是由 Varog and Lusch 於 2004 年首次提出的概念，取代了過去傳統以產品為中心的商品主導邏輯 (good-dominant logic)。在過去商品主導邏輯中，實體的產品被視為交換的基礎，產品的「價值」由廠商「主動」創造與提供，再交由消費者「被動」地消耗價值，而這裡的價值是指「交換價值」，在傳統概念中，服務被視為產品的附屬，屬於無形資產。在服務主導邏輯中，服務為交換的基礎，而不再將其視為一種無形的商品，而是強調通過專業能力（知識和技能）對另一個實體或實體本身帶來好處的過程。

服務主導邏輯的前提下，每個公司、顧客都是服務經濟體，以自身的操作性資源（知識、技能），整合資源為彼此提供服務，顧客可以針對公司提出的價值是否有用來選擇與交換，透過價值主張在系統與系統間產生連結，這就是所謂的價值共創 (Vargo *et al.*, 2008)。

重要論述 5：考量後續顧客服務，畜牧業逐漸導入企業資源規劃系統協助，優化生產效率，並提供產品溯源機制，建立消費者信心與查核機制。

重要論述 6：考量後續服務，調整生產作業流程、庫存控管等部分。

重要論述 7：建置上下游之雲端戰情室，以數據化統計分析，讓公司針對生產、營銷、商情及行情進行預判。

Vargo and Lusch (2008) 針對服務主導邏輯理論概念進行重申與論述，即服務主導邏輯的旨在強調「服務對服務」的基礎，並強調企業、合作夥伴，以及消費者之間共同創造，即表明服務主導邏輯不僅為一連串的前提 (premise) 與命題 (proposition)，而是針對市場行銷服務邏輯的創新。本研究結果發現，畜產業若要永續發展，應從服務的角度出發，以資源整合為方法，即以服務主導邏輯理論觀點進行，提出一個讓服務提供者及服務接收者雙方認同的價值主張。服務主導型價值創造 (service-dominant value creation, SVC) 框架，用於社會生態系統內價值共創的生態系統服務產品 (Matthies *et al.*, 2016)。

III. 網絡管理

許多性質各異的機構及其間錯縱複雜的多元關係，形成了企業生存發展的生態環境，而在此一環境中，如何找到自己的定位，並經由靈活地合縱連橫，為組織創造有利的生存空間，就是所謂的網絡定位策略（司徒，2001）。

Aken and Weggeman (2000) 指出非正式創新網絡是大部分合作活動都是基於契約的安排而建立，當合作活動超出契約限制、或基於鬆散的契約安排形成的創新網絡。非正式創新網絡的交流效果越好，個體信任水平越高，越有利於創新，群集產業升級的可能性越大（李，2007）。

畜產業受自由化、人口減少及經濟等因素影響，關係產業鏈因資源相依、互相模仿及制度框架，目前形成穩定生態圈，發現彼此間影響很大。本研究經訪談自行整理出價值共享生態圈如圖 2，畜產農民與農委會因政策產生相互影響；研究機構（如：畜產試驗所、學校）則提供創新技術、資訊與知識；協會則具有產銷調節

及訓練輔導轄下農民之功用；飼料廠站在食物鏈的源頭，提供好飼料，讓飼養戶獲得最佳效益；禽畜藥商，則提供符合動物用藥品管理規定之藥品，提供用藥安全諮詢服務；食品加工廠則是收受農民安全合法畜禽產品，以符合食品管理法規模式進行加工加值，進而達到產銷調節功用。與消費者互動上，採服務主導邏輯的創新服務模式概念，藉由有形的商品與無形的知識、專業或技能之交換，為彼此互動的歷程中，共同創造新價值，基此，服務主導邏輯即表示，行銷市場中透過資源整合之過程，價值得以於服務交換中產生。就青年從農個案類型可區分為養豬、家禽與草食動物等三類，價值共享生態圈主架構是相同的，惟家禽產業青年農民代表性案例，導入企業資源規劃系統，有效整合契養戶價值分配，將整體資源達到最大效益。

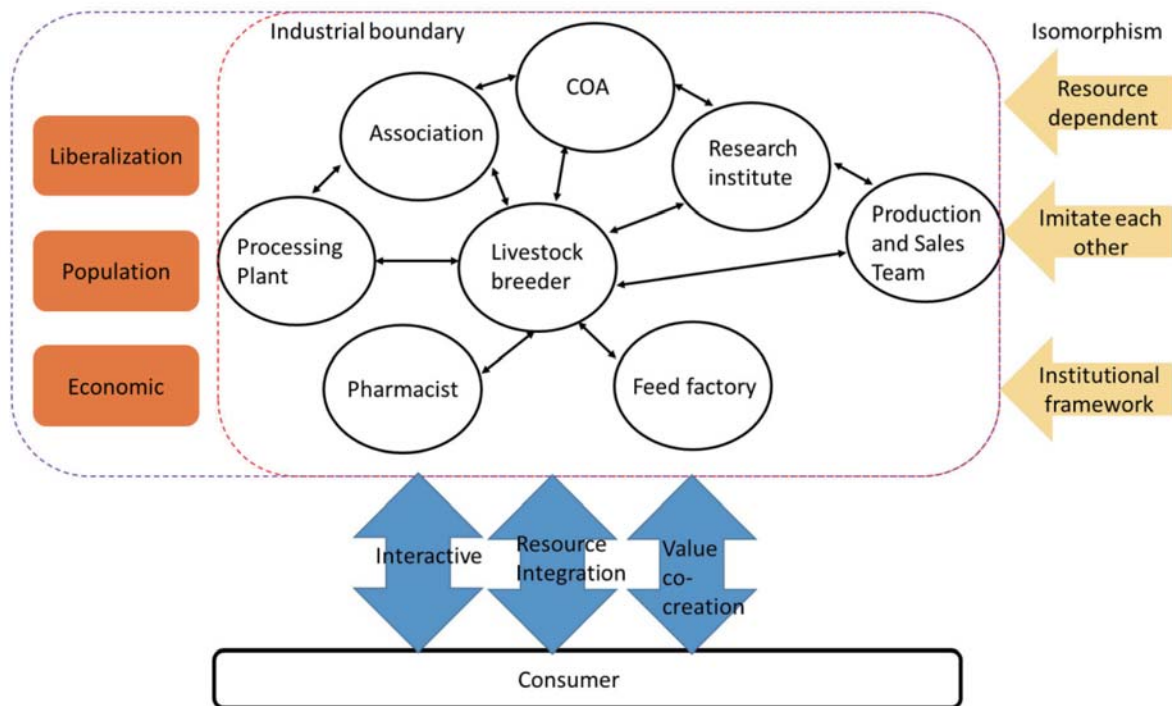


圖 2. 畜產價值共享生態圈。

Fig. 2. Livestock product industry of value sharing ecosystem.

結 論

透過本研究可以了解不同類型畜產業經營效能，不僅可提供農政單位制定農業政策時的參考，進而建立畜產領域不同產業別之產、官、學、研界跨域整合、良性互動的平臺。產業資源相互依賴，農民因在產業生態圈關係密切，相互影響，互相支持，導致產業建立不明文制度框架，可在協同效應下建立聯盟推動共同利益，有效提升經濟效益，共創價值。

參考文獻

- 李文秀。2007。基於非正式創新網絡建設的產業集群升級實證研究。工業技術經濟 26(10)：41-46。
- 司徒達賢。2001。策略管理新論。智勝文化。
- 吳沛蓉。2018。海內外畜牧科技潮流，看見臺灣的產業優勢。臺灣經濟研究月刊 40：38-46。
- 吳思華。1996。策略九說。臉譜文化出版社。
- 呂育誠。2006。網絡治理與治理網絡：政府變革的新課題。臺灣民主季刊 3(3)：207-212。
- 呂姿縉。2016。臺灣養豬業發展之轉型與契機 - 以屏東縣為例。國立成功大學政治經濟研究所碩士論文。
- 孫智麗、余祁暉、楊玉婷。2013。從「開放式創新」觀點分析農業價值鏈整合發展之國際成功案例。臺灣經濟研究月刊 36：15-22。
- 孫智麗。2013。從價值鏈觀點看農業產業化發展之整合策略：供應鏈聯盟 vs. 開放式。農業生技產業季刊 35：68-

73。

莊逸洲、黃崇哲。2000。醫務管理學系列—組織經營。華杏出版社。

許瑞翔、許立鴻。2011。臺灣產業群聚成長的探索。北臺灣學報 34：129-140。

陳信宏。2000。從知識的特質論知識經濟之特質與內涵。科技發展政策報導 SR8910：1245-1256。

趙永茂。2008。地方與區域治理發展的趨勢與挑戰。研考雙月刊 32(5)：3-15。

Aken, J. E. V. and M. P. Weggeman. 2000. Managing learning in informal innovation networks: overcoming the Daphne-dilemma. *R D Manag.* 30(2): 139-150.

Hammervoll, T. 2005. Transactional and value creation sources of dependence. *J. J. Bus. Ind. Mark.* 12(4): 41-66.

Hammervoll, T. and K. Toften. 2010. Value creation initiatives in buyer-seller relationships. *Eur. Bus. Rev.* 22(5): 539-555.

Katchova, A. L. 2005. The farm diversification discount. *A. J. Agr. Econ.* 87: 984-994.

Lepak, D. P., K. G. Smith, and M. S. Taylor. 2007. Value creation and value capture: A multilevel perspective. *Acad Manage Rev.* 32(1): 180-194.

Matthies, B. D., T. Kalliokoski, K. Eyvindson, N. Honkela, J. I. Hukkinen, N. J. Kuusinen, P. Räisänen, and L. T. Valsta. 2016. Nudging ecosystem service providers and assessing service trade-offs to reduce the social inefficiencies of payments for ecosystem services schemes. *Environ. Sci. Policy* 55: 228-237.

Pitelis, C. N. 2009. The co-evolution of organizational value capture, value creation and sustainable advantage. *Organ. Stud.* 30(10): 1115-1139.

Porter, M. E. 1998. Clusters and the new economics of competition. *HBR*: 98609.

Porter, M. E. and M. Kramer. 2011. Creating shared value. How to reinvent capitalism and unleash a wave of innovation and growth. *HBR*: 89(1): 62-77.

Priem, R. L. 2007. A consumer perspective on value creation. *Acad. Manage. Rev.* 32: 219-235.

Vargo, S. L. and R. F. Lusch. 2004. The four service marketing myths: remnants of a goods-based, manufacturing model. *J. Serv. Res.* 6: 324-335.

Vargo, S. L. and R. F. Lusch. 2008. Service-dominant logic: Continuing the evolution. *J. Acad. Mark. Sci.* 36(1): 1-10.

Vargo, S. L., P. P. Maglio, and M. A. Akaka. 2008. On value and value co-creation: a service systems and service logic perspective. *Eur. Manag. J.* 26: 145-152.

Wang, E. T. G. and H. L. Wei. 2007. Inter organizational governance value creation: coordinating for information visibility and flexibility in supply chains. *Decis. Sci.* 38(4): 647-674.

Yin, R. K. Case study research design and methods. 5th ed. SAGE Publications, Washington, DC, USA.

Aggregation and Innovative Governance of Livestock Products Industry: A Case Study of Young Farmer ⁽¹⁾

Yu-I Lai ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ and Bin-Yong Wang ⁽²⁾

Received: May 24 ,2021; Accepted: Oct. 8, 2021

Abstract

This research mainly explores the reasons for industrial aggregation based on the case of [阿] young farmer, to analyze the three aspects of value creation, service-led logic and network management, and codes the mode of industrial aggregation and innovative governance from the interview transcripts. Findings show that innovative governance and effective network management through the value-sharing ecosystem provides an efficient planning concept and method, takes consideration of the interdependence between industries and establishes an unwritten institutional framework for the establishment of industries. The alliance can be established under the synergy to promote common interests, effectively improve economic benefits and co-create values. With regards to future policy, it is suggested that the government technical counseling should focus on regional farmland clusters or cultivate through agricultural industry groups intensely, thereby to evenly equally distribute values through innovative network management and meet the ultimate goal of equal wealth in agriculture.

Key words: Industry cluster, Service-dominant logic, Network management.

(1) Contribution No. 2683 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

(3) Department of Information Management, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei 106335, Taiwan, R. O. C.

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

大豆及青割玉米之單植與間植青貯特性比較⁽¹⁾

朱明宏⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ 陳嘉昇⁽²⁾ 林汶鑫⁽³⁾

收件日期：110 年 6 月 21 日；接受日期：110 年 10 月 27 日

摘 要

受限於玉米青貯的粗蛋白質含量不足以滿足反芻動物的需求，利用大豆與青割玉米間植成為提升玉米青貯營養價值的理想方式。本研究以青割玉米墾丁 1 號 (KT1)、中晚熟型大豆臺南 3 號 (TN3) 及晚熟型澳洲油料用大豆 (Au)，在秋作分別以大豆單植、青割玉米間植及大豆－青割玉米間植，探討間植與單植青貯發酵的差異、大豆品種對大豆與青割玉米間植青貯發酵的影響。試驗結果顯示，大豆青貯乳酸含量最低，乙酸、丙酸及丁酸含量最高，因而青貯 pH 最高、品質最低且乾物損失率最高。間植青貯 (Au-KT1 與 TN3-KT1) 除了 pH 及乙酸含量較玉米青貯高，兩者之乳酸、丙酸及丁酸等發酵產物含量及青貯評分均與玉米青貯無顯著差異。雖然間植青貯 pH、發酵產物含量及品質在發酵過程的變動趨勢與玉米青貯相似，但受到間植青貯中大豆緩衝能力高的影響，青貯 pH、發酵產物含量及品質約需 14 天才可達穩定狀態，比玉米青貯僅需 7 天為長，其乾物損失率亦顯著高於玉米青貯。Au-KT1 與 TN3-KT1 因乾物產量中大豆的比重相近 (25.3 與 24.6%)，又兩者青貯前之乾物率及芻料化學組成無顯著差異，因此大豆品種不影響參試間植青貯之 pH、發酵產物含量及品質。根據試驗結果，利用晚熟型大豆與青割玉米間植，可顯著提升玉米青貯之粗蛋白質含量並獲得產量較高且品質優良的青貯。

關鍵詞：大豆、青割玉米、間植、單植、青貯。

緒 言

青貯是利用微生物進行厭氧發酵來保存芻料營養成分的方式，近期尤以青割玉米 (*Zea mays*) 為全球最重要的青貯料源 (Wilkinson and Toivonen, 2003; Ferraretto *et al.*, 2018)。青割玉米由於單位面積產量高且易於調製成優良青貯，亦可同時供應纖維及富含能量的穀粒，因此深受反芻動物產業的喜愛 (Ferraretto *et al.*, 2018)。然而，青割玉米栽培時對於土壤肥力消耗大且易產生連作障礙 (Horwith, 1985)，又粗蛋白質含量也有其先天限制，需要仰賴豆科芻料或飼料來滿足草食動物之需求 (Anil *et al.*, 2000)。近年來，一些研究者利用豆科作物與青割玉米間植探討提升玉米青貯粗蛋白質含量之可行性 (Iqbal *et al.*, 2019; Anil *et al.*, 2000)。

大豆全株粗蛋白質含量高，豆實亦富含脂質，是一品質高、產量佳且環境適應性廣的芻料作物，常與青割玉米間植用以提升玉米青貯的營養價值 (Batista *et al.*, 2019; Zeng *et al.*, 2020)。除了提升青貯品質之外，大豆與青割玉米 (以下簡稱大豆與玉米) 間植可全程機械化栽培，亦能利用採收機同時收穫、直接混合而調製成品質優良的青貯 (Iqbal *et al.*, 2019)，避免為了提升青貯營養而將玉米、大豆分別單植，各自收穫後再費時費力混合，造成青貯調製過程延宕而營養流失。

大豆與玉米間植作為青貯雖具優勢，但仍需考量許多問題。氣候、栽培行株距、間植栽培中大豆 / 玉米的行數比值不同，均會影響大豆占間植芻料產量的比重，進而影響間植青貯的品質 (Erdal *et al.*, 2016; Batista *et al.*, 2019)。此外，大豆除依據飼糧、搾油與綠肥等用途進行分類之外，亦會以成熟期 (maturity group) 的早晚作為分類依據，成熟期的差異會造成品種間生育期不同，導致大豆與玉米間植乾物產量與青貯品質的差異 (Martin *et al.*, 1998; Zeng *et al.*, 2020)。由於青割玉米生育期長於大豆，選擇成熟期較晚的大豆與青割玉米間植，使兩種作物的收穫適期重疊性愈高，才能愈便捷地同時播種、一併收穫，進而調製產量與品質兼俱的青貯 (Metwally *et al.*, 2018)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2684 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 國立屏東科技大學農園生產系。

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

大豆在臺灣的栽培面積頗具規模，栽培適期亦與青割玉米相同，但受限於氣候及植體緩衝能力 (buffering capacity) 高的影響，需額外添加尼羅草或玉米粉才可作為青貯利用 (Chang *et al.*, 2012)。為了提升國產玉米青貯的營養價值及便於青貯調製，本研究利用青割玉米墾丁 1 號 (*Zea mays* cv. Kenting No.1，以下簡稱 KT1)、中晚熟型的大豆臺南 3 號 (*Glycine max* cv. Tainan No.3，以下簡稱 TN3) 及晚熟型的澳洲油料用大豆 (*Glycine max* cv. Leichhardt，以下簡稱 Au)，在秋作分別單植及大豆與玉米間植，當青割玉米穀粒乳漿線 (milk line) 達穀粒 1/3 成熟度時一併收穫並製作青貯，探討間植與單植青貯發酵的差異、不同大豆品種對大豆與玉米間植青貯發酵的影響，作為大豆與玉米間植青貯生產的參考。

材料與方法

I. 田間栽培管理與收穫調查

以青割玉米墾丁 1 號 (KT1)、臺南 3 號大豆 (TN3)、澳洲引進的油料用大豆 (Au) 作為試驗材料，在 2018 年 9 月 11 日種植於畜產試驗所恆春分所試驗田區。試驗採完全隨機設計 (completely randomized design, CRD)，以不同品種大豆單植、青割玉米單植、不同品種大豆分別與青割玉米間植 (2 行大豆與 2 行青割玉米交替栽培) 作為試驗處理，每種處理四重複，試驗小區面積為 6 m × 3 m，行距 60 cm，青割玉米株距 20 cm，大豆株距 6 cm，以條播方式種植，每小區 10 行。

以臺肥硝磷基黑旺特 1 號複合肥料 ($N : P_2O_5 : K_2O = 20 : 5 : 10$) 作為基肥，每公頃施用 300 kg，播種 45 天後再以臺肥硝磷基黑旺特 1 號複合肥料 200 kg/ha 作為追肥，以中耕培土進行雜草防除。當青割玉米穀粒乳漿線達穀粒 1/3 成熟度時，進行單植與間植之收穫調查。調查時每小區取中間 4 行，量測所有植株之鮮重以估算鮮重產量，再以此材料進行青貯試驗。每個小區另隨機取樣玉米、大豆各 10 株，經 60°C 烘乾至恆重後計算乾物率以換算單位面積乾物產量。

II. 植體芻料化學組成分析

各處理分別於青貯前及青貯 60 天後進行取樣，取樣之間植與單植樣品經 60°C 烘乾至恆重後計算乾物率。烘乾後的樣品研磨成粉 (篩網孔徑 1 mm)，分析項目包含粗蛋白質 (crude protein, CP)、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 含量。分析方法如下：CP 定量參照 AOAC (2019) 之方法，ADF 及 NDF 的測定參考 Vogel *et al.* (1999) 以 ANKOM²⁰⁰ 纖維分析儀進行。

III. 青貯試驗及分析

各處理材料分別收穫後細切至 2 – 5 cm，材料混合均勻，充填於塑膠真空包裝袋中，每袋裝填 1 kg 後密封青貯，放置於室溫下貯存，在青貯第 0、2、4、7、14 及 60 天依序開封取樣，每個開封時間點均取樣 4 袋青貯料進行分析。

取開封後 20 g 新鮮青貯料加蒸餾水 180 ml，打碎過濾後以酸鹼度計測定酸鹼值。乳酸、乙酸、丙酸及丁酸之含量以氣體層析儀依 Jones and Kay (1976) 方法測定。將前述青貯萃取液注入陽離子管柱，洗出液以 0.05 N tetrabutyl ammonium hydroxide (TBAH) 滴定至 pH = 8，70°C 下烘乾後加入定量丙酮溶解，依 TBAH 滴定量加入適量 benzyl bromide 與揮發性脂肪酸反應，樣品製備完成後再以氣相層析儀 (Shimadzu, GC-2014) 分析含量。青貯品質以 Flieg 氏評分表示，Flieg 氏評分依青貯中乳酸、乙酸與丁酸各別占所測定乙酸、丙酸、丁酸與乳酸四者總量之當量百分比進行加總評分，以此作為青貯品質 (Woolford, 1984)。評分 40 以下表示青貯失敗、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。因本研究青貯採塑膠真空包裝袋方式，密閉沒有滲漏，因此以 (青貯前乾物率 – 青貯後乾物率) / 青貯前乾物率作為乾物損失率。

IV. 數據統計分析

試驗數據以統計套裝軟體 SAS 9.4 (Statistical Analysis System, SAS 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA) 進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA)，如達顯著差異，各處理平均值再以最小顯著差異 (least significance difference, LSD) 進行檢定，比較各處理平均值之間是否達差異顯著。

結 果

I. 乾物產量與青貯前之營養組成

比較間植與單植之乾物產量，KT1 乾物產量最高，平均可達 14.83 mt/ha；Au-KT1 及 TN3-KT1 乾物產量次之，分別為 12.46 及 11.38 mt/ha，以 Au-KT1 乾物產量較高；Au 與 TN3 乾物產量最低，分別為 6.38 及 5.76 mt/ha (表 1)。此外，Au-KT1 及 TN3-KT1 乾物產量中大豆的比重分別為 25.3 及 24.6%。

各栽培模式之青貯前乾物率及芻料化學組成如表 2，青貯前乾物率以 TN3 最高 (33.6%)，Au-KT1 及 KT1 最低 (29.6 及 28.4%)。比較粗蛋白質含量，KT1 最低 (7.6%)，Au-KT1 與 TN3-KT1 次之 (9.7 及 10.3%)，Au 及 TN3 之粗蛋白質含量最高 (17.9 及 18.8%)。在酸洗纖維含量方面，以 Au 及 TN3 最高 (38.0 及 36.3%)，KT1 最低 (29.4%)。各栽培模式青貯前之中洗纖維含量介於 48.0 – 53.8%，除 KT1 中洗纖維含量較低，其他栽培模式間均不具顯著差異。

表 1. 大豆與青割玉米單植及間植之乾物產量

Table 1. Dry matter yield of soybean and forage corn sown as monocropping and intercropping

Type	Soybean	Corn	Total
	----- mt/ha -----		
Au-KT1 [†]	3.15 ± 0.33 [‡]	9.31 ± 0.12	12.46 ± 0.44 ^b
TN3-KT1	2.80 ± 0.04	8.58 ± 0.15	11.38 ± 0.14 ^c
Au	6.38 ± 1.11	—	6.38 ± 1.11 ^d
TN3	5.76 ± 0.62	—	5.76 ± 0.62 ^d
KT1	—	14.83 ± 0.95	14.83 ± 0.95 ^a

[†] Au-KT1, 2 rows of soybean (Au) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); TN3-KT1, 2 rows of soybean (TN3) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); Au, soybean (*G. max* cv. Leichhardt) monocrop; TN3, soybean (*G. max* cv. Tainan No.3) monocrop; KT1, forage corn (*Z. mays* cv. Kenting No.1) monocrop.

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

表 2. 大豆與青割玉米單植及間植青貯前之乾物率及芻料化學組成

Table 2. Dry matter and forage chemical composition of soybean and forage corn sown as monocropping and intercropping before ensiling

Type	DM [†]	CP	ADF	NDF
	----- % of dry matter -----			
Au-KT1 [‡]	29.6 ± 0.2 ^{bc§}	9.7 ± 0.3 ^b	31.0 ± 0.6 ^b	50.8 ± 1.3 ^a
TN3-KT1	30.8 ± 0.2 ^b	10.3 ± 0.1 ^b	31.9 ± 0.5 ^b	51.5 ± 0.3 ^a
Au	31.6 ± 0.1 ^b	17.9 ± 0.5 ^a	36.3 ± 0.2 ^a	52.1 ± 1.0 ^a
TN3	33.6 ± 0.3 ^a	18.8 ± 0.4 ^a	38.0 ± 0.9 ^a	53.8 ± 0.2 ^a
KT1	28.4 ± 0.8 ^c	7.6 ± 0.3 ^c	29.4 ± 0.5 ^c	48.0 ± 0.9 ^b

[†] DM, dry matter; CP, crude protein; ADF, acid detergent fiber; NDF neutral detergent fiber.

[‡] Au-KT1, 2 rows of soybean (Au) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); TN3-KT1, 2 rows of soybean (TN3) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); Au, soybean (*G. max* cv. Leichhardt) monocrop; TN3, soybean (*G. max* cv. Tainan No.3) monocrop; KT1, forage corn (*Z. mays* cv. Kenting No.1) monocrop.

[§] Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

II. 青貯過程之發酵產物含量與品質變動

各處理青貯過程之發酵產物含量變動如圖 1，乳酸含量方面 (圖 1A)，Au 及 TN3 青貯的乳酸含量低，隨著發酵時間延長而逐漸增加；KT1、Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯的乳酸含量分別在發酵 7、14 天內顯著增加，隨後維持穩定。Au 及 TN3 青貯的乙酸含量隨著發酵時間延長而顯著提升，KT1、Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯的乙酸含量低於大豆青貯，經發酵 14 天後就漸趨穩定 (圖 1B)。Au 及 TN3 青貯的丙酸與丁酸含量高且均在發酵第 7 天後顯著增加，KT1、Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯的丙酸與丁酸含量低，不隨發酵時間延長而出現顯著變動 (圖 1C 及 1D)。受到青貯發酵產酸的影響，KT1、Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯之 pH 分別在前 7、14 天發酵過程中顯著下降，隨後 pH 均達趨近於 4 之穩定值。Au 及 TN3 青貯之 pH 在前 14 天發酵過程中下降緩慢，發酵第 60 天 pH 仍無法降至 5.5 以下 (圖 2)。

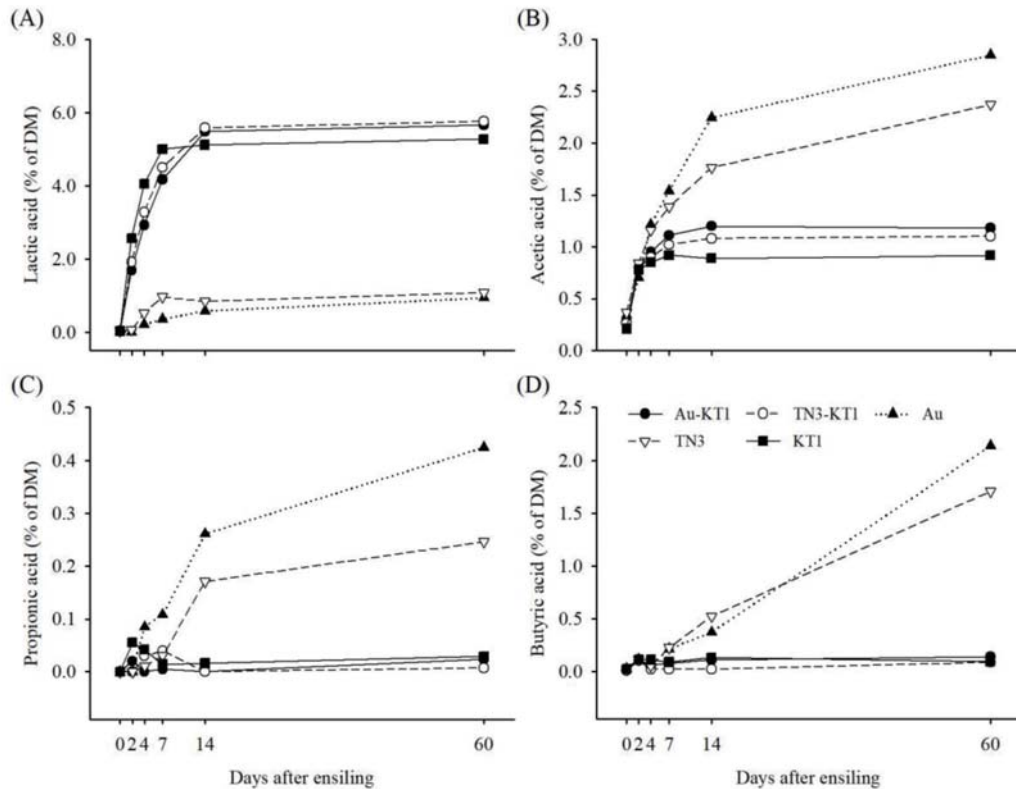


圖 1. 大豆與青割玉米單植及間植青貯過程之乳酸、乙酸、丙酸及丁酸含量變化。

Fig. 1. Changes in (A) lactic acids, (B) acetic acid, (C) propionic acid, and (D) butyric acid content (% of DM) during ensiling of soybean and forage corn sown as monocropping and intercropping. Au-KT1, 2 rows of soybean (Au) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); TN3-KT1, 2 rows of soybean (TN3) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); Au, soybean (*G. max* cv. Leichhardt) monocrop; TN3, soybean (*G. max* cv. Tainan No.3) monocrop; KT1, forage corn (*Z. mays* cv. Kenting No.1) monocrop.

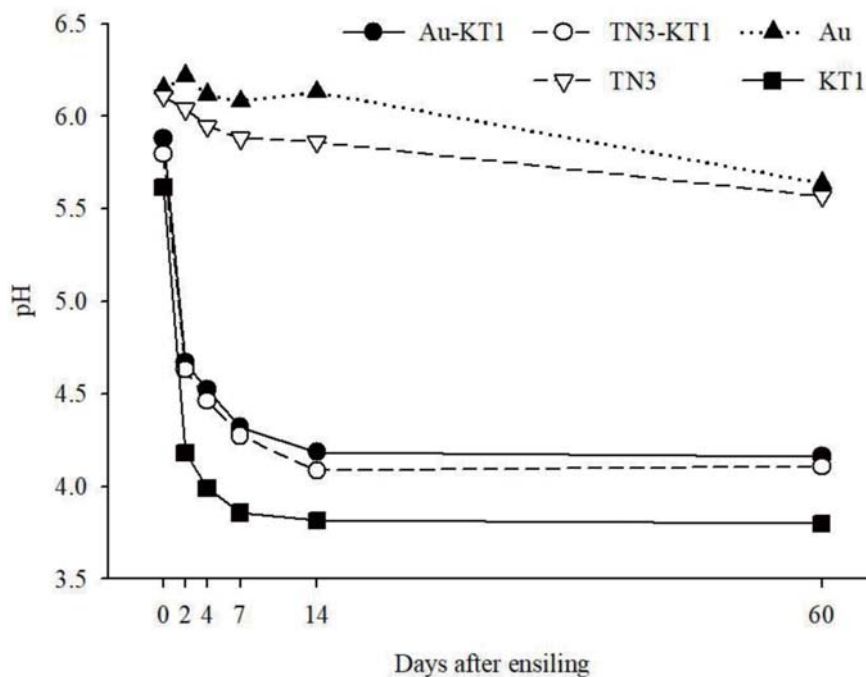


圖 2. 大豆與青割玉米單植及間植青貯過程之 pH 變化。

Fig. 2. Changes in pH during ensiling of soybean and forage corn sown as monocropping and intercropping. Au-KT1, 2 rows of soybean (Au) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); TN3-KT1, 2 rows of soybean (TN3) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); Au, soybean (*G. max* cv. Leichhardt) monocrop; TN3, soybean (*G. max* cv. Tainan No.3) monocrop; KT1, forage corn (*Z. mays* cv. Kenting No.1) monocrop.

各處理在青貯過程之品質變化如圖 3，KT1 青貯在發酵第 7 天即達 Flieg 氏評分 80.0 以上的優良品質，Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯則在發酵第 14 天才達 80.0 分以上的青貯品質。Au 及 TN3 青貯在發酵 14 天內品質雖略有變動，但均屬於 40 分以下之失敗青貯，隨著發酵時間延長至 60 天，Au 及 TN3 青貯均下跌至約 20.0 分。

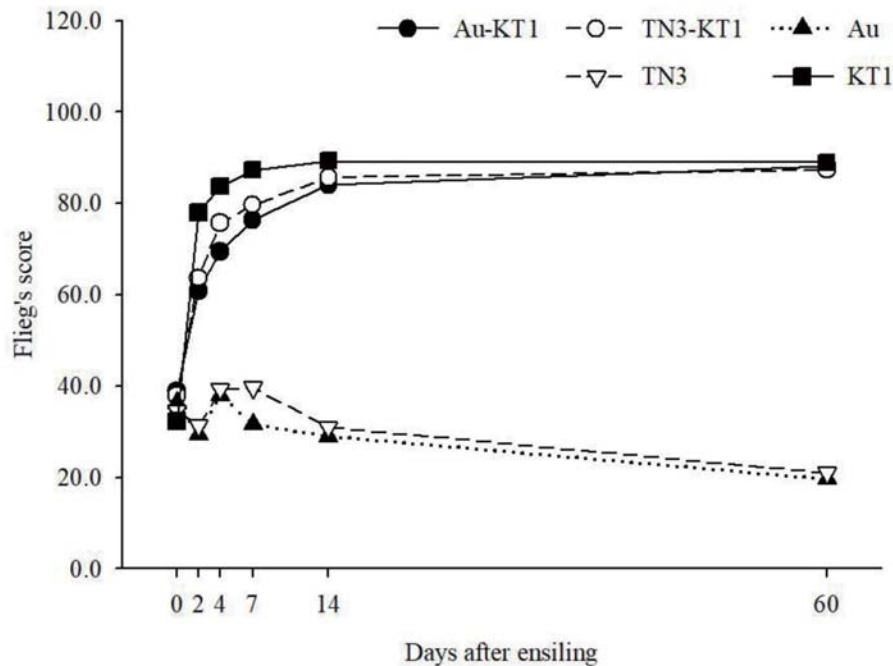


圖 3. 大豆與青割玉米單植及間植青貯過程之品質變化。

Fig. 3. Changes in silage quality (Flieg's score) during ensiling of soybean and forage corn sown as monocropping and intercropping. Au-KT1, 2 rows of soybean (Au) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); TN3-KT1, 2 rows of soybean (TN3) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); Au, soybean (*G. max* cv. Leichhardt) monocrop; TN3, soybean (*G. max* cv. Tainan No.3) monocrop; KT1, forage corn (*Z. mays* cv. Kenting No.1) monocrop.

III. 青貯品質與青貯後之營養組成

經 60 天發酵後，各栽培模式之青貯發酵產物含量及品質如表 3。Au-KT1 與 TN3-KT1 除 pH 及乙酸含量顯著高於 KT1 外，間植與玉米單植青貯之乳酸、丙酸及丁酸含量彼此間無顯著差異。間植與玉米單植之青貯評分均屬 80.0 分以上的優良等級，又處理間之青貯品質不存在顯著差異。然而，Au 與 TN3 青貯之 pH、乙酸、丙酸與丁酸含量均顯著高於其他處理，兩者之乳酸含量亦顯著低於間植與玉米單植青貯，青貯評分均屬於 21.0 分以下的不良等級。

表 3. 大豆與青割玉米單植及間植青貯 60 天後之發酵產物含量與品質

Table 3. Silage fermentation products and quality of soybean and forage corn sown as monocropping and intercropping after 60 days of ensiling

Type	pH	A [†]	P	B	L	Score
----- % of dry matter -----						
Au-KT1 [‡]	4.1 ± 0.1 ^{bs}	1.18 ± 0.11 ^b	0.02 ± 0.00 ^c	0.14 ± 0.02 ^c	5.66 ± 0.17 ^a	88.2 ± 0.9 ^a
TN3-KT1	4.1 ± 0.0 ^b	1.10 ± 0.09 ^b	0.01 ± 0.01 ^c	0.09 ± 0.02 ^c	5.76 ± 0.28 ^a	87.3 ± 1.3 ^a
Au	5.6 ± 0.2 ^a	2.85 ± 0.13 ^a	0.43 ± 0.06 ^a	2.14 ± 0.13 ^a	0.94 ± 0.03 ^b	19.7 ± 0.9 ^b
TN3	5.6 ± 0.1 ^a	2.37 ± 0.45 ^a	0.25 ± 0.02 ^b	1.71 ± 0.23 ^b	1.08 ± 0.04 ^b	21.0 ± 0.6 ^b
KT1	3.8 ± 0.0 ^c	0.92 ± 0.02 ^c	0.03 ± 0.00 ^c	0.13 ± 0.01 ^c	5.27 ± 0.09 ^a	89.7 ± 0.4 ^a

[†] A, acetic acid; P, propionic acid; B, butyric acid; L, lactic acid; Score, silage quality of Flieg's score.

[‡] Au-KT1, 2 rows of soybean (Au) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); TN3-KT1, 2 rows of soybean (TN3) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); Au, soybean (*G. max* cv. Leichhardt) monocrop; TN3, soybean (*G. max* cv. Tainan No.3) monocrop; KT1, forage corn (*Z. mays* cv. Kenting No.1) monocrop.

[§] Values are means ± standard error. Values in the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

各栽培模式青貯經 60 天發酵後之乾物率介於 24.3 – 27.9%，青貯乾物損失率以 KT1 最低 (5.6%)，Au-KT1 及 TN3-KT1 次之 (10.1 及 9.7%)，Au 及 TN3 之乾物損失率最高 (22.9 及 22.2%)。比較青貯後各種栽培模式的芻料化學組成，粗蛋白質、酸洗及中洗纖維含量均以 Au 及 TN3 最高，Au-KT1 與 TN3-KT1 次之且彼此間無顯著差異，KT1 最低 (表 4)。

表 4. 大豆與青割玉米單植及間植青貯 60 天後之乾物率、乾物損失率及芻料化學組成

Table 4. Dry matter, dry matter loss rate and forage chemical composition of soybean and forage corn sown as monocropping and intercropping after 60 days of ensiling

Type	DM [†]	DM loss	CP	ADF	NDF
	%	%	----- % of dry matter -----		
Au-KT1	26.7 ± 0.2 ^{b‡}	10.1 ± 0.6 ^b	12.6 ± 0.6 ^b	29.9 ± 0.6 ^b	48.3 ± 0.8 ^b
TN3-KT1	27.9 ± 0.1 ^a	9.7 ± 0.4 ^b	12.8 ± 0.4 ^b	30.0 ± 0.5 ^b	50.9 ± 0.5 ^b
Au	24.3 ± 0.2 ^c	22.9 ± 0.4 ^a	19.8 ± 0.4 ^a	38.7 ± 0.7 ^a	52.3 ± 0.6 ^a
TN3	26.1 ± 0.1 ^b	22.2 ± 0.5 ^a	20.9 ± 0.5 ^a	40.6 ± 0.4 ^a	53.9 ± 0.9 ^a
KT1	26.8 ± 0.7 ^{ab}	5.6 ± 0.3 ^c	7.5 ± 0.3 ^c	27.7 ± 0.3 ^c	46.2 ± 0.2 ^c

[†] DM, dry matter; CP, crude protein; ADF, acid detergent fiber; NDF, neutral detergent fiber; Au-KT1, 2 rows of soybean (Au) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); TN3-KT1, 2 rows of soybean (TN3) intercropped with 2 rows of forage corn (KT1); Au, soybean (*G. max* cv. Leichhardt) monocrop; TN3, soybean (*G. max* cv. Tainan No.3) monocrop; KT1, forage corn (*Z. mays* cv. Kenting No.1) monocrop.

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

討 論

大豆生育期的長短是影響大豆與玉米間植芻料產量與品質的重要因素，由於青割玉米生育期長於大豆，以晚熟型大豆與青割玉米間植，當青割玉米達收穫適期時大豆莖葉仍然鮮綠且豆莢飽滿，可顯著提升間植芻料產量與品質 (Martin *et al.*, 1998; Metwally *et al.*, 2018)。為了使大豆與青割玉米在秋作間植的收穫適期重疊度提高，本研究選擇了生育期較晚的大豆品種。然而，隨著大豆生長發育，秋作的短日照易使大豆提前進入生殖生長期，造成植株提早老化且產量下降 (Matsuo *et al.*, 2016)，因此當 KT1 達收穫適期，Au 及 TN3 分別為成熟度較高的 R6 (種子充實飽滿期，Fehr *et al.*, 1971) – R7 及 R7 (豆莢變黃，達生理成熟期) 生育階段，此時大豆及間植芻料纖維含量均高於 KT1 (表 2)，連帶影響青貯發酵後的芻料化學組成 (表 4)。

大豆緩衝能力高且水溶性碳水化合物含量低，不利於乳酸菌發酵生成乳酸，青貯 pH 下降幅度低而發酵時間長，腸桿菌 (*enterobacteria*) 及梭狀菌 (*clostridia*) 易成為大豆青貯的優勢菌種，導致乙酸與丁酸含量隨著發酵過程顯著提升，但乳酸含量低且增加緩慢 (Ni *et al.*, 2017)。反之，青割玉米緩衝能力低且水溶性碳水化合物含量高，乳酸菌能快速發酵生成乳酸，pH 在短時間內顯著下降而使青貯趨於穩定 (Mustafa *et al.*, 2005)。大豆與青割玉米混合青貯兼具大豆、玉米青貯的特性，隨著混合青貯中大豆的比重愈高，青貯緩衝能力愈高而水溶性碳水化合物含量愈低，其 pH、乙酸與丙酸含量會隨著大豆比重增加而提高 (Parra *et al.*, 2019)。本研究間植青貯除 pH 及乙酸含量高於玉米青貯，乳酸、丙酸、丁酸含量及青貯品質均與玉米青貯無顯著差異 (表 3)，推測因為 Au 及 TN3 分別只占 Au-KT1 及 TN3-KT1 乾物產量的 25.3 及 24.6%。當大豆與青割玉米混合青貯中大豆的比重在 30% 以下，混合青貯可能僅 pH、乙酸或丙酸含量高於玉米青貯，其餘發酵產物含量及品質均與玉米青貯不具顯著差異 (Carpici *et al.*, 2016; Kizilsimsek *et al.*, 2017; Parra *et al.*, 2019)。此外，因間植青貯中大豆的比重不高，青貯發酵過程的產酸量、pH 及品質的變動趨勢均與玉米青貯相似 (圖 1、2 及 3)。然而，間植與玉米青貯的乳酸含量雖然都在發酵前 7 天顯著增加，但間植青貯乳酸生成的速度較玉米青貯慢，又大豆造成間植青貯的緩衝能力提升，使其 pH 下降幅度不如玉米青貯，需在發酵第 14 天後青貯才達穩定狀態，亦即間植青貯自發酵起始至穩定期所需的時間較玉米青貯長。

以穀粒及芻料大豆分別與青割玉米間植作為青貯，大豆品種的差異會造成間植青貯發酵產物含量及開封後的穩定性不同 (Zeng *et al.*, 2020)。然而，Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯品質與發酵產物含量未因大豆品種不同而產生差異，可能來自於 Au 及 TN3 分別在間植乾物產量的比重相近 (25.3% 及 24.6%)，又 Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯前的乾物率與營養組成彼此間無顯著差異 (表 2)，因此使 Au-KT1 及 TN3-KT1 青貯發酵產物含量與 pH 的變化趨勢相似 (圖 1、2 及 3)，發酵 60 天後兩者的青貯品質與發酵產物含量亦無顯著差異 (表 3)。

青貯乾物損失的多寡與何種微生物進行發酵有關，當乳酸菌以葡萄糖為受質進行同質發酵 (homofermentation)，青貯乾物損失最少；當梭狀菌為青貯發酵的優勢菌種，將造成青貯約 51.1% 乾物損失 (McDonald *et al.*, 1991)。Parra *et al.* (2019) 指出，隨著大豆與青割玉米混合青貯中大豆的比重愈高，青貯中乳酸菌占比降低而梭狀菌占比增加，導致青貯乾物損失率提高。此外，當青貯發酵後的丙酸與丁酸含量高，高機率是因梭狀菌成為青貯發酵的優勢菌種 (Kung *et al.*, 2018)。Au 及 TN3 為 100% 大豆青貯，又發酵後的丙酸與丁酸含量高 (表 3)，應是梭狀菌成為青貯發酵的優勢菌種而導致兩者乾物損失率最高，間植與玉米青貯乾物損失率的不同，可能來自於間植青貯中大豆比重較高，青貯菌相的差異造成間植青貯乾物損失率高於玉米青貯。

隨著間植栽培中大豆 / 玉米的栽培行數比值增加，大豆占間植乾物產量的比重提高，青貯的 pH 及丁酸含量增加，乳酸含量減少而青貯品質下降，當大豆 / 玉米的間植行數比值超過 50%，間植青貯品質將因大豆比重的大幅提升而 Flieg 氏評分降至 40 以下 (Erdal *et al.*, 2016)，因此栽培時需留意大豆 / 玉米的間植行數比值及大豆占間植乾物產量的比重。由於 Au-KT1 及 TN3-KT1 乾物產量中大豆的比重不高，兩種間植青貯品質均與玉米青貯無顯著差異，可達 Flieg 氏評分接近 90 的優良等級 (表 3)，兩種間植青貯的芻料化學組成與乾物損失率亦不具差異 (表 4)，但為了提高秋作的間植青貯產量，晚熟型 Au 大豆是與青割玉米間植較為理想的品種 (表 1)。

結 論

本試驗目的在於比較大豆與青割玉米間植青貯、大豆青貯及玉米青貯特性之差異。試驗結果顯示，間植青貯在發酵過程中乳酸生成的速度較玉米青貯慢，又大豆植體緩衝能力高，造成間植青貯 pH、發酵產物含量與品質達穩定狀態所需的時間較玉米青貯長，其乾物損失率亦較玉米青貯高。此外，因參試的兩種大豆在間植乾物產量之比重相近，青貯前乾物率與芻料化學組成均不具差異，因此兩種間植青貯的 pH、發酵產物含量及品質均無顯著差異，發酵過程的變動趨勢亦相同。藉由晚熟型大豆與青割玉米間植，可提升玉米青貯的粗蛋白質含量並獲得產量較高且品質優良之青貯。

參考文獻

- Anil, L., J. Park, and R. H. Phipps. 2000. The potential of forage-maize intercrops in ruminant nutrition. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86: 157-164.
- A. O. A. C. 2019. *Official Methods of Analysis*. 21st ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Batista, V. V., P. F. Adami, P. V. D. Moraes, K. F. Oligini, C. L. Giacomel, and L. Link. 2019. Row arrangements of maize and soybean intercrop on silage quality and grain yield. *J. Agric. Sci.* 11: 286-300.
- Carpici, E. B., 2016. Nutritive values of soybean silages ensiled with maize at different rates. *Legume Res.* 39: 810-813.
- Chang, S. R., C. H. Lu, H. S. Lur, and F. H. Hsu. 2012. Forage yield, chemical contents and silage quality of manure soybean. *Agron. J.* 104: 130-136.
- Erdal, S., M. Pamukcu, M. Curek, M. Kocaturk, and O. Y. Dogu. 2016. Silage yield and quality of row intercropped maize and soybean in a crop rotation following winter wheat. *Arch. Agron. Soil Sci.* 62: 1487-1495.
- Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood, and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.* 11: 929-931.
- Ferraretto, L. F., R. D. Shaver, and B. D. Luck. 2018. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. *J. Dairy Sci.* 101: 3937-3951.
- Horwith, B. 1985. A role for intercropping in modern agriculture. *BioScience* 35: 286-291.
- Iqbal, N., S. Hussain, Z. Ahmed, F. Yang, X. Wang, W. Liu, T. Yong, J. Du, K. Shu, W. Yang, and J. Liu. 2019. Comparative analysis of maize-soybean strip intercropping systems: a review. *Plant Prod. Sci.* 22: 1-12.
- 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.
- Kizilsimsek, M., C. Ozturk, K. Yanar, I. Ertekin, C. O. Ozkan, and A. Kamalak. 2017. Associative effects of ensiling soybean and corn plant as mixtures on the nutritive value, fermentation and methane emission. *Fresen. Environ. Bull.* 26: 5754-5760.

- Kung, L., R. D. Shaver, R. J. Grant, and R. J. Schmidt. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J. Dairy Sci.* 101: 4020-4033.
- Martin, R. C., T. Astatkie, and J. M. Cooper. 1998. The effect of soybean variety on corn-soybean intercrop biomass and protein yields. *Can. J. Plant Sci.* 78: 289-294.
- Matsuo, N., K. Fukami, and S. Tsuchiya. 2016. Effects of early planting and cultivars on the yield and agronomic traits of soybeans grown in southwestern Japan. *Plant Prod. Sci.* 19: 370-380.
- McDonald, P., A. R. Henderson, and S. J. E. Heron. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Chalcombe Publications, Bucks, UK.
- Metwally, A. A., S. A. Safina, T. I. Abdel-Wahab, Sh. I. Abdel-Wahab, and Y. A. A. Hefny. 2018. Productivity of soybean varieties under intercropping culture with corn in Egypt. *Soybean Res.* 16: 63-77.
- Mustafa, A. F., P. Seguin, O. Marois-Mainguay, and D. R. Ouellet. 2005. Ensiling characteristics, nutrient composition, and *in situ* ruminal and whole tract degradability of brown midrib and leafy corn silage. *Arch. Anim. Nutr.* 59: 353-363.
- Ni, K. K., F. F. Wang, B. G. Zhu, J. X. Yang, G. A. Zhou, Y. Pan, Y. Tao, and J. Zhong. 2017. Effects of lactic acid bacteria and molasses additives on the microbial community and fermentation quality of soybean silage. *Bioresour. Technol.* 238: 706-715.
- Para, C. S., D. C. Bolson, F. A. Jacovaci, L. G. Nussio, C. C. Jobim, and J. L. P. Daniel. 2019. Influence of soybean-crop proportion on the conservation of maize-soybean bi-crop silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 257: 114295.
- Vogel, K. P., J. F. Pedersen, S. D. Masterson, and J. J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop Sci.* 39: 276-279.
- Wilkinson, J. M., and M. I. Toivonen. 2003. *World Silage: a Survey of Forage Conservation around the World*. Chalcombe Publications, Southampton, UK.
- Woolford, M. K. 1984. Factors affecting silage in and out of the silo. p. 133-155. In M. K. (ed.) *The silage fermentation*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Zeng, T., X. Li, H. Guan, W. Yang, W. Liu, J. Liu, Z. Du, X. Li, Q. Xiao, X. Wang, X. Zhang, L. Huang, Q. Xiang, Q. Peng, and Y. Yan. 2020. Dynamic microbial diversity and fermentation quality of the mixed silage of corn and soybean grown in strip intercropping system. *Bioresour. Technol.* 313: 123655.

Comparison of silage characteristics among monocropping and intercropping of soybean and forage corn ⁽¹⁾

Ming-Hung Chu ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ Chia-Sheng Chen ⁽²⁾ and Wen-Shin Lin ⁽³⁾

Received: Jun. 21, 2021; Accepted: Oct. 27, 2021

Abstract

Due to the insufficient crude protein content of forage corn that could not meet the demand for ruminants, soybean intercropped with forage corn thus becomes an ideal mean to improve the nutrient quality of corn silage. To determine the difference of silage fermentation between monocropping and intercropping, and the effect of soybean cultivars on silage fermentation of corn-soybean intercropping, this study was conducted with forage corn (cv. Kenting No.1, KT1), intermediate-late maturing soybean (cv. Tainan No. 3, TN3) and late maturing soybean (cv. Leichhardt, Au) sown as monocropping and intercropping in fall crop season, respectively. The results showed that soybean silage was the lowest content of lactic acid and the highest content of acetic-, propionic- and butyric acid, which caused the highest pH and dry matter loss rate of soybean silage and the lowest quality among other silages. Except for the pH and acetic acid content higher than those of corn silage, the silage quality and content of fermentation products such as lactic-, propionic-, and butyric acid of intercropping (Au-KT1 and TN3-KT1) silage were not significantly different from those of corn silage. The fluctuating trend of pH, fermentation products and quality during fermentation of intercropping silage were similar to corn silage; however, subject to the high buffering capacity of soybean in intercropping silage, its pH, fermentation products and quality took about 14 days to become steady state, which was longer than that of corn silage (7 days), and the dry matter loss rate was also significantly higher than corn silage. Since Au-KT1 and TN3-KT1 had similar proportion of soybean in dry matter yield (25.3% and 24.6%), and those dry matter content and forage chemical components showed no significant difference between each other before ensiling, there was no effect on tested intercropping silage pH, content of fermentation products and quality by soybean cultivars. According to the results, late maturing soybean intercropped with forage corn could significantly increase crude protein content of corn silage and obtain silage of higher yield and quality.

Key words: Soybean, Forage corn, Intercropping, Monocropping, Silage.

(1) Contribution No. 2684 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

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

有效益芻料作物甜高粱及燕麥之生產

I. 地區輪作模式之建議⁽¹⁾

陳勃聿⁽²⁾ 張世融⁽²⁾⁽³⁾

收件日期：109 年 5 月 22 日；接受日期：110 年 10 月 8 日

摘 要

國產芻料供應量不足，亟需建立具有效率及效益的短期優質芻料生產模式。本研究主要目的為評估具有生產潛力的短期芻料作物與建議地區短期芻料作物輪作生產模式。在彰化縣、臺南市及臺東縣等 3 個地區夏季種植甜高粱 (*Sorghum bicolor*) 之結果顯示，其具耐逆境特性，適合多颱風災害的夏季生產。甜高粱臺畜 1 號的平均乾物產量達到 8,766 kg/ha，粗蛋白質 (Crude protein) 含量 (乾基) 平均達到 10.9%，水溶性碳水化合物 (Water soluble carbohydrate) 含量也達 7.1%，而其中洗纖維 (Neutral detergent fiber) 及酸洗纖維 (Acid detergent fiber) 含量僅分別為 59.2% 及 32.5%，芻料品質相當優良。在 3 個地區的冬季牧草評估試驗裡，燕麥在產量及品質表現皆較小麥佳。燕麥 saia (*Avena strigosa* Schreb.) 的平均乾物產量顯著最高 ($P < 0.05$)，達 22,980 kg/ha，燕麥 swan (*A. sativa* L.) 次之，為 18,210 kg/ha，而小麥 (*Triticum aestivum* L.) 顯著最低，僅 8,880 kg/ha，顯示臺灣冬季芻料作物以燕麥較為合適。另在臺南市進行的燕麥收穫期試驗，燕麥 swan 在 120 日收穫時乾物產量顯著最高為 44,750 kg/ha；燕麥 saia 在 90 及 105 日收穫時之乾重產量顯著最高，分別為 29,060 與 31,430 kg/ha，而 CP 含量則分別為 11.5% 及 6.7%。故燕麥 saia 最佳收穫期為生長 90 – 105 日最為適宜。因此，本研究將燕麥早熟品種 saia、晚熟品種 swan 與甜高粱臺畜 1 號納入彰化縣福興鄉、臺南市鹽水區及臺東縣鹿野鄉的地區輪作系統進行規劃，建議 4 組新的地區芻料作物輪作生產模式，依序為 A. 水稻 (*Oryza sativa* L.) – 甜高粱 – 早熟燕麥、B. 甜高粱 – 綠肥大豆 (*Glycine max* L.) – 青割玉米 (*Zea mays* L.)、C. 綠肥大豆 – 水稻 – 早熟燕麥，以及 D. 綠肥大豆 – 甜高粱 – 晚熟燕麥。其中，模式 B 與 D 完全為芻料作物之輪作系統。

關鍵詞：芻料、甜高粱、燕麥、輪作制度。

緒 言

牧草 (即芻料) 占草食動物餵飼生產成本的 40 – 50%，但國內牧草產量不足導致酪農戶對進口牧草的依賴甚深，目前每年需進口乾草量高達 27 萬公噸 (財政部關務署，2019)，為酪農飼養成本高居不下的主因之一。臺灣屬於亞熱帶氣候，大多以生產盤固草 (*Pangolagrass*, *Digitaria decumbens* Stent) 或狼尾草 (*Napiergrass*, *Pennisetum purpureum* Schum.) 等多年生熱帶牧草為主，目前已建立穩定的生產模式。雖然國內多年生熱帶牧草的產量穩定，但供應量仍不足酪農戶所需，故近年行政院農業委員會推動小地主大專業農及活化休耕地等政策，輔導農民轉作短期芻料作物青割玉米 (Forage corn, *Zea mays* L.)。目前青割玉米的耕作面積已達 7,800 餘公頃，而生產量也達 375,273 公噸 (行政院農業委員會，2019)，為酪農的主要牧草來源，但還是無法滿足國內所需。因此，建立國內短期芻料作物輪作生產模式，可能為穩定供應優質牧草的途徑之一。

臺灣冬季氣候冷涼，適合麥類種植。在國內中北部地區的輪作系統中，時常於秋冬季栽培溫帶禾本科小穀類作物，例如小麥 (Wheat, *Triticum aestivum* L.)、燕麥 (Oat, *Avena sativa* L.)、大麥 (Barley, *Hordeum vulgare*) 等麥類作物，而這些作物在國外常被收穫做為芻料利用 (Coblentz *et al.*, 2018a; 2018b)。燕麥主要生產區位於溫帶地區，已經普遍收穫調製成乾草，其粗蛋白質及纖維含量等芻料品質均高於多年生的百慕達草 (*Bermudagrass*, *Cynodon dactylon* L. Pers.)，並與青貯玉米同為較高能量的牧草資源，是一種傳統的飼料作物 (Coblentz *et al.*, 2013)。近年國內學者曾

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2685 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

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

展開多個燕麥品種的農藝性狀與芻料品質調查 (Huang *et al.*, 2020)，發現其非常適合秋冬季栽培。劉及曾 (1984)、李 (1988) 及卜等 (1990) 都曾在冬季進行國內芻料燕麥生產評估，但因品種、收穫、調製等問題，尚未建立適合臺灣的芻料燕麥生產模式。施及李 (2020) 研究結果顯示，臺灣北部地區的燕麥種植以 swan 品種為主，可製作燕麥乾草或青貯料，達燕麥草產業化利用之目標。

臺灣夏季多颱風災害，而高粱屬 (*Sorghum spp.*) 作物是多為具有耐旱、耐澇、分蘗多、產量高且再生能力強的作物，能在無灌溉設施、缺水或土壤貧瘠的地區進行芻料生產，粗放管理亦能生長良好，在許多畜牧業發達的國家均已普遍利用於芻料的供應 (Bean *et al.*, 2013; Jahanzad *et al.*, 2013)。行政院農業委員會畜產試驗所自 1989 年即進行芻料高粱 (Forage sorghum, *Sorghum bicolor*) 品種的選育 (蕭, 1989)，於 1995 年選育出蘇丹草台畜草 1 號 (Sudangrass, *Sorghum sudanense* P. Stapf.) (蕭等, 1997)；接著於 2009 年選育出適口性及青貯品質優良的甜高粱臺畜 1 號 (Sweet sorghum, *Sorghum bicolor*)，此品種適應性廣，產量及甜度均高，可與冬季青割玉米銜接，有助於優質芻料的穩定供應 (陳等, 2017)。2019 年芻料高粱墾丁一號也育成命名 (張及廖, 2019)，具高產、耐病蟲害、耐旱及耐淹等優良生育特性，適合我國春、夏及秋作栽培。由於高粱屬芻料作物的高適應性及青貯品質，可在我國輪作芻料栽培生產系統扮演重要角色。

近幾年國內稻米生產過剩，造成政府投入大量資金收購，產生農業資源排擠效應。為減輕稻米庫存過多的壓力，政府亦積極鼓勵農民轉作雜糧或其他進口替代作物。施及呂 (2017) 指出一期水稻與一期青割玉米的輪作模式，除可避免水稻生產過剩的問題，亦可提供玉米青貯料供給酪農飼養牛隻，以減少對進口芻料的依賴。臺灣的主要酪農區位於彰化縣、雲林縣、臺南市及屏東縣，在東部地區亦有特色化聚落，因各地的氣候差異極大，所以其牧草栽培技術、產業型態及芻料需求也不盡相同。吳及連 (2004) 指出若依照地域、氣候及相關條件進行種植，通常可有效提高作物的生產量，改善土地利用效率，增加農家收益。因此，於酪農區建立可行的芻料生產方式，除可妥善利用當地資源提高國產芻料自給率，另將有助於形成地產地銷的區域循環。本研究目的為評估具有生產潛力的芻料作物以納入規劃，與建構可行的地區短期芻料作物輪作生產模式，以提供農民經營參考。

材料與方法

I. 夏季芻料作物栽培評估試驗

試驗地區：在臺南市新化區、臺東縣鹿野鄉及彰化縣福興鄉進行夏季 (2016 年 7 月) 牧草評估。

試驗材料：甜高粱臺畜 1 號。採條播方式，行距 75 cm、株距 10 cm。

試驗面積：各地區的試區面積皆為 100 m²。

肥料施量：N：120 kg/ha、P₂O₅：30 kg/ha、K₂O：60 kg/ha。

調查方式：將試區平均分配為 8 個小區，每小區 1 個取樣點，面積為 3.75 m²。於種植後 90 日進行收割，調查項目包含株高、鮮重、乾物率及乾重等農藝性狀，並進行芻料品質分析。

II. 冬季芻料作物栽培評估試驗

試驗地區：在臺南市新化區、臺東縣鹿野鄉及彰化縣福興鄉進行冬季 (2016 年 11 月) 牧草評估。

試驗材料：燕麥 swan (*A. sativa* L.)、燕麥 saia (*A. strigosa* Schreb.) 及小麥臺中選 2 號。燕麥及小麥皆採撒播方式種植，種子量分別為 120 kg/ha 及 100 kg/ha。燕麥種子購自明豐種苗行，而小麥種子則由臺中區農業改良場提供。

試驗面積：各項作物於 3 個地區的試區面積皆為 100 m²。

肥料施量：N：120 kg/ha、P₂O₅：30 kg/ha、K₂O：60 kg/ha。

調查方式：將試區平均分配為 8 個小區，每小區 1 個取樣點，面積為 1 m²。於種植後 90 日進行收割，調查項目包含株高、鮮重、乾物率及乾重等農藝性狀，並進行芻料品質分析。

III. 燕麥的不同收穫期產量及品質評估

試驗地區：臺南市新化區 (2016 年 12 月)。

試驗材料：燕麥 swan 及燕麥 saia 等 2 個品種，採撒播方式，種子量為 120 kg/ha。

試驗方法：採逢機完全區集設計 (Randomized complete block design, RCBD)，每小區面積為 20 m²，4 重複。

肥料施量：N：120 kg/ha、P₂O₅：30 kg/ha、K₂O：60 kg/ha。

調查方式：燕麥種植後 60、75、90、105、120 日進行收割，共 5 種不同收穫期。每小區取樣面積為 1 m²。調查項目包含株高、鮮重、乾物率及乾重等農藝性狀及芻料品質分析。

- IV. 芻料品質分析：芻料品質的化學成分包括粗蛋白質 (Crude protein, CP)、酸洗纖維 (Acid detergent fiber, ADF)、中洗纖維 (Neutral detergent fiber, NDF)、水溶性碳水化合物 (Water soluble carbohydrate, WSC) 等，化學分析方法如下：粗蛋白質含量以 Kjeldahl 方法測定植體全氮 (Total N) (Bremner and Mulvaney, 1982)，再將 Total N \times 6.25 推估粗蛋白質含量；酸洗纖維、中洗纖維則依照 van Soest *et al.* (1991) 之方法測定，每一樣品重複二次。水溶性碳水化合物之測定方法乃修正自 Paleg (1959) 所提之方法，將原提出之 80% 酒精萃取液改採純水。
- V. 統計分析：甜高粱的農藝性狀及化學成分以平均值標準誤差 (Standard error of the mean, SEM) 進行分析；小麥及燕麥的評估試驗資料先進行變方分析 (Analysis of variance)，若達顯著差異，再以最小顯著差異性 (Least significant difference test) 比較處理間的差異，以 $P < 0.05$ 為顯著差異水準；燕麥的不同收穫期評估試驗也採相同方式。統計分析軟體為 SAS EG 7.1 版 (SAS, 2014)。

結果與討論

I. 夏季芻料作物栽培評估

2016 年 7 月將甜高粱臺畜 1 號種植於彰化縣、臺南市及臺東縣等 3 個地區，進行不同區域的產量及品質評估。甜高粱於種植後 90 日進行收穫，3 個地區的平均株高為 235 cm，而平均鮮重產量達到 50,055 kg/ha，與青割玉米的產量相當 (行政院農業委員會，2019)。在營養成分方面，平均 CP 含量 (乾基) 達到 10.9%，而 WSC 含量也達到 7.1%，且 NDF 及 ADF 含量分別僅為 59.2% 及 32.5%，顯示甜高粱芻料品質優良。在 3 個地區的株高以彰化地區最高達 247 cm，而臺東地區的 240 cm 次之，以臺南的最低僅 219 cm；鮮重產量部分也有相同趨勢，以彰化地區最高達 61,100 kg/ha，而臺東地區 45,175 kg/ha 次之，臺南的產量最低僅 43,890 kg/ha；在芻料品質部分，以臺東地區的粗蛋白含量最高達 11.4%，臺南地區的 10.7% 與彰化地區的 10.5% 較低；WSC 則以臺南地區的 7.7% 與彰化地區的 7.4% 較高，而以臺東地區的 6.3% 最低 (表 1)。在試驗種植期間，臺南及臺東試區遭受颱風災害，雖然造成甜高粱發生倒伏現象，導致產量受損，然而最低的產量也有 43,890 kg/ha。此外，甜高粱抗逆境性強，幼苗耐淹水且植株倒伏後亦可再直立生長，能減少無收穫的情形發生。因此，甜高粱適合種植於風災多的夏季。

表 1. 2016 年夏季各地區甜高粱臺畜 1 號的農藝性狀及化學成分¹

Table 1. Agronomic traits and the chemical contents of sweet sorghum Taishu No.1 at different locations in summer, 2016¹

Trait	Location			Mean	SEM
	Changhua	Tainan	Taitung		
PH ² (cm)	247	219	240	235	8
SD (cm)	2.58	1.66	2.13	2.12	0.27
FWY (kg/ha)	61,100	43,890	45,175	50,055	5,535
DMY (kg/ha)	10,570	5,925	9,802	8,766	1,438
DM (%)	17.3	13.5	21.7	17.5	2.4
CP (% DM)	10.5	10.7	11.4	10.9	0.3
WSC (% DM)	7.4	7.7	6.3	7.1	0.4
NDF (% DM)	57.7	60.9	59.1	59.2	0.9
ADF (% DM)	31.6	34.2	31.7	32.5	0.9

¹ Harvested 90 days after planting.

² PH: plant height; SD: stem diameter; FWY: fresh weight yield; DMY: dry matter yield; DM: dry matter percent; CP: crude protein; WSC: water soluble carbohydrate; NDF: neutral detergent fiber, and ADF: acid detergent fiber.

II. 冬季芻料作物栽培評估

2016 年 11 月在彰化縣、臺南市及臺東縣進行小麥 (臺中選 2 號)、燕麥 (swan 及 saia) 等 3 個品種的產量評估, 於種植後 90 日收割並調查其農藝性狀及芻料品質。燕麥 swan 為紅燕麥與普通燕麥之雜交種, 植株高、莖稈較粗且晚熟, 引進國內栽培甚久, 主要當成芻料使用 (黃, 1977)。燕麥 saia 屬早熟品種, 由於株型直立、分蘗性佳、營養價值及消化率高, 在美國南部、澳洲與南美洲常作為芻料利用 (朱等, 2018)。小麥為一年生禾本科溫帶作物, 為世界前 3 大的穀類作物, 也常被當成芻料使用。Gunsaulis *et al.* (2008) 指出, 小麥具有豐富的營養價值, 在秋季是非常好的動物芻料來源。Coblentz *et al.* (2000) 建議可將小麥、燕麥或黑麥 (Rye, *Secale cereale* L.) 等適應低溫環境的溫帶作物納入芻料生產系統, 利用這些短期溫帶作物增加冬季的芻料產量以延長自給芻料的供應期。

在 3 個地區的平均株高以燕麥 swan 及 saia 的顯著較高 ($P < 0.05$), 分別為 130.0 cm 及 125.3 cm, 而小麥顯著最低僅 88.2 cm; 平均鮮重以燕麥 saia 及 swan 顯著較高, 分別為 91,570 kg/ha 及 78,520 kg/ha, 而小麥顯著最低僅 30,410 kg/ha; 在平均乾重部分, 以燕麥 saia 最高達 22,980 kg/ha, 燕麥 swan 次之為 18,210 kg/ha, 而小麥最低僅 8,880 kg/ha, 顯示燕麥的產量潛能大於小麥 (表 2); 在芻料營養及品質部分, 這 3 個品種之間並無顯著差異存在。綜合評估, 在臺灣冬季牧草生產以種植燕麥較小麥合適。

表 2. 2016 年冬季各地區小麥及燕麥的農藝性狀及化學成分 1

Table 2. Agronomic traits and chemical contents of wheat and oats at different locations in winter, 2016¹

Location	Crop	PH ²	FWY	DMY	DM	CP	NDF	ADF
		cm	kg/ha		%		% DM	
Changhua	Wheat	83.4	32,800	8,400	25.6	8.0	56.9	35.8
	Oat swan	133.4	78,800	18,000	22.8	11.3	44.3	29.9
	Oat saia	112.2	96,000	23,200	24.1	11.1	57.9	33.0
Tainan	Wheat	83.8	17,430	8,000	45.9	8.9	68.8	39.9
	Oat swan	126.5	80,180	20,180	25.2	11.6	54.9	32.4
	Oat saia	136.2	82,120	23,060	28.1	9.3	59.1	35.0
Taitung	Wheat	97.5	41,000	10,250	25.0	8.2	55.2	36.6
	Oat swan	130.1	76,600	16,460	21.5	8.6	58.4	36.0
	Oat saia	127.6	96,600	22,700	23.5	12.6	60.3	35.6
Mean	Wheat	88.2 ^b	30,410 ^b	8,880 ^c	29.2	8.4	60.3	37.4
	Oat swan	130.0 ^a	78,520 ^a	18,210 ^b	23.2	10.5	52.5	32.8
	Oat saia	125.3 ^a	91,570 ^a	22,980 ^a	25.2	11.0	59.1	34.5

¹ Harvested 90 days after planting.

² PH: plant height; FWY: fresh weight yield; DMY: dry matter yield; DM: dry matter percent; CP: crude protein; NDF: neutral detergent fiber, and ADF: acid detergent fiber.

^{a, b, c} Means in the same column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

III. 燕麥的不同收穫期產量及品質評估

2016 年 12 月在臺南市以燕麥 swan 及 saia 進行不同收穫期的產量及品質評估試驗。由試驗結果發現, 隨著收穫日期的延後, 2 個品種的鮮重皆有逐漸上升的趨勢, 越晚收穫產量越高, 然而芻料品質卻隨著收穫期愈晚而愈差 (表 3)。朱等 (2018) 指出燕麥 saia 自孕穗期開始, 會隨著收穫期越晚乾物率及產量會越高, 然而芻料品質卻隨著收穫期越晚而越差。Liu and Mahmood (2015) 也指出當燕麥收穫時的成熟度越高, 營養成分含量就會越低, 而芻料品質也隨之降低。燕麥 swan 在 120 日收穫時乾重顯著最高為 44,750 kg/ha, 而燕麥 saia 則在第 90 及 105 日收穫時乾重產量顯著最高分別為 29,060 kg/ha 及 31,430 kg/ha。然而燕麥 saia 的 CP 含量會隨著收穫期的延後而顯著下降, 特別是在 105 日收穫時, 降幅最為明顯, 由 11.5% 降至 6.7%, 下降幅度達 41.7%。Coblentz *et al.* (2013、2014) 指出, 不同燕麥品種植體化學成分如 CP、WSC 或纖維含量, 在不同收穫期常有顯著的差異表現。

表 3. 2016 年冬季在臺南市不同收穫期對燕麥產量及品質之影響

Table 3. Effect of harvesting stages on forage yield and quality of two oat cultivars grown in Tainan in winter, 2016

Variety	Growth day	FWY ¹	DMY	DM	CP	NDF	ADF
		----- kg/ha -----		%	----- % DM -----		
swan	60	81,690 ^d	11,810 ^d	14.5 ^d	17.8 ^a	48.7 ^c	29.1 ^c
	75	82,130 ^d	17,880 ^{cd}	21.8 ^{cd}	12.9 ^b	52.6 ^{bc}	31.4 ^{bc}
	90	117,690 ^c	27,440 ^{bc}	23.3 ^{bc}	11.5 ^{bc}	55.0 ^b	31.6 ^{abc}
	105	137,750 ^a	36,380 ^{ab}	26.4 ^{ab}	9.2 ^{cd}	61.6 ^a	34.6 ^a
	120	128,130 ^b	44,750 ^a	34.9 ^a	6.7 ^d	57.9 ^{ab}	32.6 ^{ab}
saia	60	80,940 ^{ab}	11,500 ^c	14.2 ^c	17.4 ^a	47.8 ^c	28.7 ^d
	75	87,880 ^{ab}	18,000 ^{bc}	20.5 ^{cd}	14.3 ^b	55.2 ^b	34.0 ^{bc}
	90	116,060 ^a	29,060 ^a	25.0 ^{bc}	11.5 ^c	56.3 ^b	33.0 ^c
	105	98,690 ^{ab}	31,440 ^a	31.9 ^b	6.7 ^d	65.3 ^a	36.7 ^{ab}
	120	64,690 ^b	25,560 ^{ab}	39.5 ^a	5.9 ^d	67.7 ^a	39.2 ^a

¹ FWY: fresh weight yield; DMY: dry matter yield; DM: dry matter percent; CP: crude protein; NDF: neutral detergent fiber, and ADF: acid detergent fiber

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

綜合上述結果，燕麥 saia 在 105 日收穫時有最高產量，但太晚收穫會造成品質大幅下降，且因其莖稈較細生育後期容易倒伏，造成收穫不便，故燕麥 saia 最佳收穫期評估為 90 — 105 日最為適宜。雖然燕麥 swan 的品質也會隨著收穫期的延後也逐漸下降，然而其產量卻會隨著收穫期的延後而大幅提高，為獲得最大的芻料生產量，燕麥 swan 之最佳收穫期推薦為 120 日。

IV. 芻料作物生產輪作模式之建議

本報告建議各地區利基性芻料的輪作生產模式如表 4 所示。模式 A、B 及 C 的設計方式是將各地區主要作物與芻料作物進行輪作栽培，將芻料生產融入當地產業，避免大幅度改變農民耕作習慣，以增加農民投入芻料生產之意願，並增加芻料產量；模式 D 則純粹是以芻料生產為目的，是國內首次完整的芻料作物輪作生產模式。各模式也將友善耕作的精神納入芻料生產之中，如水、旱田輪作或禾、豆輪作，以降低對環境的衝擊，確保農業永續發展。

表 4. 芻料作物生產之地區輪作模式

Table 4. The different modes of crop rotation for forage production in different locations

Location	Crop rotation mode	Growth duration (day)
Changhua	A. Rice - Sweet sorghum - Oat saia	285
Tainan	B. Sweet sorghum - Soybean - Forage corn	290
Taitung	C. Soybean - Rice - Oat saia	275
All locations	D. Soybean - Sweet sorghum - Oat swan	290

輪作制度是將多種農作物安排次序栽培，如旱田及水田輪作、豆科及非豆科輪作或深耕性與淺根性輪作等，皆為理想的栽培模式，可提高農地生產力，並避免連作障礙（鄭及白，1995；譚及王，2000）。目前臺南鹽水地區、臺東縣鹿野鄉及彰化縣福興鄉的輪作生產方式皆不相同，但都有其主要作物，如福興地區為一期作水稻、臺南鹽水地區為裡作青割玉米、鹿野地區為二期作水稻。為確保芻料作物生產時不會影響到糧食供應，因此本研究規劃芻料作物輪作制度時，會避免其他作物與主要作物競爭的狀況。經調查 3 個地區其它期耕作情形，發現福興地區農民習慣在二期作種植再生稻以繳交公糧，導致公穀品質降低；而在臺南鹽水地區則常因一期作缺水而導致休耕地面積大增；鹿野地區也常因一期作灌溉水源不足，而無法種植需水量高的作物。

芻料作物輪作生產模式的運轉除了合適作物與品種的選擇外，也須將各種作物的種植時期、收穫適期及總生育日數納入考量，以免影響輪作運行。例如，彰化縣福興地區的主要作物為一期作的水稻，種植日期約為 2 月底至 3 月中，而收穫時間為 6 月底至 7 月中，種植日數約 120 日。二期作部分因考量臺灣的多颱風氣候，故

以耐逆境的甜高粱臺畜 1 號為主要芻料作物，種植日期約為 8 月初，而收穫日期約為 11 月初，生育日數約為 90 日。冬季裡作部分，因考量不影響一期作主作物之生產，故選擇生育期短的燕麥 *saia* 為主要芻料作物，種植日期約為 11 月中，收穫日期約 2 月初，生育日數約為 75 日。因此，福興地區模式 A 的總生育日數為 285 日。

臺南市鹽水地區為臺灣主要的青割玉米產區，其主要生產季節為冬季裡作，種植日期約為 9 月底至 10 月底之間，而收穫日期則從 1 月底至 2 月底，生育日數約為 120 日。南部地區因氣候較為炎熱，故 3 月中以後即可進行甜高粱台畜草 1 號生產工作，約 6 月中即可進行收穫，可避開颱風的危害。甜高粱與青割玉米為性質相近的芻料作物，所利用的機械也大致相同，無需另外投資即可進行生產，因此規劃一期作以甜高粱為主要的芻料作物。綠肥大豆為臺南地區主要的綠肥作物，可增加土壤中氮素含量，有助於減少肥料之施用。綠肥大豆臺南 4 號一、二期作皆可種植，生育日數約 80 日。因此，鹽水地區模式 B 的總生育日數為 290 日。

臺東縣鹿野地區的主要作物為二期作的水稻，種植日期為 6 月底至 7 月中，而收穫時間為 10 月底至 11 月中，種植日數約 120 日。因考量一期作灌溉水缺乏問題，冬季裡作選擇生育期短的燕麥 *saia* 為主要芻料作物，種植日期約為 12 月初，而收穫日期約為 2 月中，生育日數約為 75 日。若加上一期作的綠肥大豆臺南 4 號種植日程，鹿野地區模式 C 的總生育日數為 275 日。

除模式 B 之外，模式 D 亦是純粹以大量生產芻料為目的的模式，在作物選擇部分則不需考慮各地區的主要作物種植情形，故可以最佳芻料生產模式進行規劃。模式 D 的輪作生產模式規劃一期作是綠肥大豆臺南 4 號、二期作為甜高粱臺畜 1 號，而冬季裡作則以燕麥 *swan* 為主。因燕麥 *swan* 為晚熟型，故生育日數長達 120 日，所以模式 D 的總生育日數預估為 290 日。4 組芻料作物輪作生產模式的總生育日數介於 275 日至 290 日之間，故每期作之間尚有 25 — 30 日的準備時間，符合一般農民生產習性。

結 論

本研究之調查結果顯示，甜高粱的產量相當於青割玉米，且其耐天災特性強，非常適合在我國天然災害多的夏季種植。燕麥在臺灣的芻料產能大於小麥且營養價值高，因此臺灣冬季牧草生產以燕麥較為合適。本研究所建議的芻料作物輪作生產模式保有各地區的主要作物，僅將甜高粱及燕麥納入輪作栽培，避免大幅度改變農民耕作習慣，以減少其對於生產芻料的排斥心態，有利於新建構之輪作生產模式之推廣。

參考文獻

- 卜瑞雄、施意敏、蔡牧起、劉錦臺。1990。冬季芻料作物栽培之研究。臺灣牧草研究研討會專輯 p.159-166。
- 朱明宏、王紓愍、游翠鳳、陳嘉昇。2018。黑燕麥在不同收穫期之芻料產量、品質及青貯調製研究。畜產研究 51：16-23。
- 行政院農業委員會。2019。農業統計年報 108 年。行政院農業委員會印行。
- 吳昭慧、連大進。2004。豆科綠肥在休耕田的栽培利用。臺南區農業專訊 50：8-12。
- 李應煌。1988。燕麥不同青刈期產量及營養成分變化。嘉義農專學報 17：115-124。
- 施意敏、李姿蓉。2020。臺灣北部地區芻料用燕麥生產與利用之研究。畜產研究 53：244-252。
- 陳勃聿、許進德、蕭素碧。2017。甜高粱臺畜一號之育成。畜產研究 50：37-44。
- 財政部關務署。2019。<https://portal.sw.nat.gov.tw>。
- 劉明宗、曾美倉。1984。燕麥臺大選一號週年栽培試驗。畜產研究 17：11-23。
- 施意敏、呂秀英。2017。活化休耕地之重要農產品產業發展策略之研究。畜產研究 50：70-77。
- 張敏郎、廖麗貞。2015。芻料用高粱品系生產潛力評估。畜產研究 48：170-177。
- 張敏郎、廖麗貞。2019。芻料高粱墾丁一號之育成。畜產研究 52：153-164。
- 黃嘉。1977。燕麥種類及其在臺灣之利用。科學農業 25：114-115。
- 鄭書杏、白強。1995。不同輪作制度對後作水稻生產力之影響。花蓮區農業改良場研究彙報 11：1-10。
- 蕭素碧。1989。芻料用高粱選種指標之探討。畜產研究 22：59-68。
- 蕭素碧、羅國棟、許福星、洪國源、盧啟信、陳坤照、金文蔚、陳文、陳玉燕、張溪泉、黃耀興。1997。蘇丹草台畜草 1 號之育成。畜產研究 30：337-350。
- 譚增偉、王鐘和。2000。輪作制度的起源、歷史、意義與範圍。農業試驗所技術服務 44：1-3。

- Bean, B. W., R. L. Baumhardt, F. T. McCollum III, and K. C. McCuiston. 2013. Comparison of sorghum classes for grain and forage yield and forage nutritive value. *Field Crops Res.* 142: 20-26.
- Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-Total. pp. 610-613. In: *Method of Soil Analysis. Part 2.* 2nd edition. Page, A. L. (ed.) Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, USA
- Coblentz, W. K., K. P. Coffey, J. E. Turner, D. A. Scarbrough, J. S. Weyers, K. F. Harrison, Z. B. Johnson, L. B. Daniels, C. F. Rosenkrans, Jr., D. W. Kellogg, and D. S. Hubbell. 2000. Effect of maturity on degradation kinetics of sod-seeded cereal grain forage grown in northern Arkansas. *J. Dairy Sci.* 83: 2499-2511.
- Coblentz, W. K., S. E. Nellis, P. C. Hoffman, M. B. Hall, P. J. Weimer, N. M. Esser, and M.G. Bertram. 2013. Unique interrelationships between fiber composition, water-soluble carbohydrates, and *in vitro* gas production for fall-grown oat forages. *J. Dairy Sci.* 96: 7195-7209.
- Coblentz, W. K., G. E. Brink, P. C. Hoffman, N. M. Esser, and M. G. Bertram. 2014. Fall-grown oat to extend the fall grazing season for replacement dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 97: 1645-1660.
- Coblentz, W. K., M. S. Akins, K. F. Kalscheur, G. E. Brink, and J. S. Cavadini. 2018a. Effects of growth stage and growing degree day accumulations on triticale forages: 1. Dry matter yield, nutritive value, and *in vitro* dry matter disappearance. *J. Dairy Sci.* 101: 8965-8985.
- Coblentz, W. K., M. S. Akins, K. F. Kalscheur, G. E. Brink, and J. S. Cavadini. 2018b. Effects of growth stage and growing degree day accumulations on triticale forages: 2. *In vitro* disappearance of neutral detergent fiber. *J. Dairy Sci.* 101: 8986-9003.
- Der Bedrosian, M. C., K. E. Nestor, and L. Kung. 2012. The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. *J. Dairy Sci.* 95: 5115-5126.
- Huang, C. W., W. H. Liang, K. E. Klos, C. S. Chen, and Y. F. Huang. 2020. Evaluation of agronomic performance and exploratory genome-wide association study of a diverse oat panel for forage use in Taiwan. *Grassl. Sci.* ? : 249-260.
- Jahanzad, E., M. Jorat, H. Moghadam, A. Sadeghpour, M. R. Chaichi, and M. Dashtaki. 2013. Response of new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agri. Water Man.* 117: 62-69.
- Liu, K. and K. Mahmood. 2015. Nutrient composition and protein extractability of oat forage harvested at different maturity stages as compared to grain. *J. AGR. SCI.* 7: 50-58.
- Paleg, L. G. 1959. Citric acid interference in the estimation of reducing sugars with alkaline copper reagents. *Anal. Chem.* 31: 902.
- SAS Institute. 2014. *SAS User's Guide: Statistics, Version 13.2 Edition.* SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.

Profitable forage production of forage crops - sweet sorghum and oat

I. Suggestion of crop rotation for forage production modes ⁽¹⁾

Po-Yu Chen ⁽²⁾ and Shyh-Rong Chang ⁽²⁾⁽³⁾

Received: May 22, 2020; Accepted: Oct. 8, 2021

Abstract

The insufficient supply of domestic forage drives to the demand for establishing efficient short-term forage production modes in Taiwan. This study aims to evaluate short-term forage crops with a proposal of profitable forage production of crop rotation modes in different regions. The averaged dry matter yield of sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) reached 8,766 kg/ha. The forage quality of sweet sorghum was excellent with an average crude protein content of 10.9% and water-soluble carbohydrate of 7.1%. In particular, neutral detergent fiber and acid detergent fiber were 59.2% and 32.5%, respectively. Sweet sorghum was tolerant to flooding and drought, and was suitable for forage production in summer. The average dry matter yield in the three regions for oat “saia” (*Avena strigosa* Schreb.) was significantly the highest ($P < 0.05$) with 22,980 kg/ha, followed by oat “swan” (*A. sativa* L.) with 18,210 kg/ha, and the lowest for wheat with 8,880 kg/ha, respectively. The forage yields of oats were greater than that of wheat (*Triticum aestivum* L.), so the oats could be more suitable for production in the winter in Taiwan. The dry matter yield of oat “swan” was 44,750 kg/ha, harvested 120 days after planting (DAP). The dry matter yields of oat “saia” harvested 90 and 105 DAP were significantly the highest, with 29,060 kg/ha and 31,430 kg/ha, respectively. However, the CP contents of oat “saia” were 6.7% and 11.5%, respectively. Hence, the optimum harvest period for oat “saia” was 90 - 105 DAP. For the reason, the early-maturing oat variety ‘saia’, the late-maturing oat variety ‘swan’ and sweet sorghum variety ‘Taishu No.1’ were suggested as beneficial for the forage production system in different regions. Four new modes of crop rotation for forage production were proposed as follows: A. Rice (*Oryza sativa* L.) - Sweet sorghum - Oat; B. Sweet sorghum - Manure soybean (*Glycine max* L.) - Forage corn (*Zea mays* L.); C. Manure soybean - Rice - Oat and D. Manure soybean - Sweet sorghum - Oat. Mode B and D were entirely forage crop rotation systems.

Key words: Forage, Sweet sorghum, Oat, Crop rotation mode.

(1) Contribution No. 2685 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

家禽產業農民從農風險與相關因素之研究⁽¹⁾

張以恆⁽²⁾⁽³⁾

收件日期：110 年 5 月 24 日；接受日期：110 年 10 月 29 日

摘 要

本研究旨在探討家禽產業農民經營行為模式之可能風險來源，藉由其屬性構面分析業者之從農風險特質，探討農民之從農風險、從農資金及自我風險認知之關聯樣貌。受訪家禽產業農民在生產構面，主要以環境友善方式飼養，其次以一般方式；銷售主要透過自售或盤商，付款方式主要採當場付現；財務構面方面，受訪者可承擔的最大損失程度主要集中在 40% 以下，並期望中等合理的投資報酬率；多數家禽產業農民有加入至少一種農民組織並曾與同業分享過 1 至 2 項農業資訊。風險屬性構面與從農資金交叉分析顯示，家禽產業農民之農場經營型式、可承擔農業投資損失比例、加入組織原因及農業資訊分享，與資金來源具有顯著關係，其中風險來源涵蓋生產、財務及機構組織屬性構面。家禽產業農民自評可承受風險等級與農業專業背景顯著相關；以風險來源屬性構面而言，自評可承受風險等級與從農年資、意外時資金可支撐期長、可接受的價格波動及損失超過 30% 之影響程度具有顯著關係，風險來源涵蓋人為、生產、銷售及財務屬性構面。

關鍵詞：家禽產業、風險來源、風險來源屬性構面。

緒 言

臺灣在 2002 年加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO)，農業的發展產生了重大衝擊，由於減讓關稅屏障及擴大關稅配額等市場進入原則，會員國間的貿易障礙大幅下降，農畜產品貿易接受全球化商品的競爭挑戰。相較於國外大面積農場，臺灣耕地面積狹小而零碎，無法大規模生產導致生產成本較高，產品價格在貿易全球化的比較下市場競爭力較弱，其中又以畜產品及食品上下游產業受到的衝擊最甚 (楊及劉，2007)。因此，農產業結構相應改變，農委會積極推展多項農業轉型工作，包含市場指向的精緻農業、休閒農業及生態農業，由自給性農業轉型為商業性農業，減少糧食作物耕種，增加經濟作物種植面積，以因應 WTO 對農牧業的衝擊 (楊，2013)。不僅如此，臺灣農業要發展成有競爭力的產業，使之不受限於勞動力需求大、從業人力年齡偏高、技術和設備依賴程度低的初級產業，智慧化農業及農企業的發展，是促成農畜產業永續經營及升級轉型的必然趨勢 (孫，2010)。農業管理企業化程度越高，競爭力相對越強，面對風險及變化時彈性也較大。

農業中最常見風險來源可分為五項構面，分別為生產 (Production) 風險、銷售 (Marketing) 風險、財務 (Financial) 風險、機構 (Institutional) 風險及人為 (Human) 風險。生產風險包含設備、氣候、疾病等技術及環境變動造成的風險，農民的生產受外界變化影響甚鉅，無法預測性較大；銷售風險主要分為價格與成本，產品的價格隨著市場供需曲線變動，生產成本則取決於投入成本和產量；當農民為農場經營借貸籌措資金時，就會發生財務風險，利率變動、週轉金的取得以及未來的收益，都影響著農民的還款能力；機構風險主要是指支持農業的機構可能產生的變動，如農業補助款、進出口規定、畜產廢棄物處理辦法等，政府政策的制度風險屬於這個構面，提供農業協助的機構如農會、農業金庫、產銷班、運銷合作社等農民組織也具有此種風險；人為風險主要是指農場經營者因事故、疾病或死亡等個人或家庭狀況導致的風險，以及其他與人相關的變化異動 (Kahan, 2008)。在荷蘭畜產業農民風險與風險管理的研究中，提出了 22 種風險來源，包含產品價格、產量、消費者偏好、生產成本、利率變化、資本變化、貸款償還能力、場區租賃、傳染性流行疫病、動物疾病、肥育技術、飼養繁殖技術、政府支持與否、環保政策、動保政策、經營者家庭健康狀況、家庭婚姻狀況、經營者死亡、經營者或員工的任務分工及身體狀況等 (Meuwissen, 2001)，不論牧場飼養類型及土地租賃型態，均可以 Kahan (2008) 五項構面進行分類囊括。大多數農場或畜牧場都存

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2686 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。

在生產、銷售、財務、機構以及人為風險，各種風險構面之間經常相互關聯，例如還款能力取決於生產力和銷售價格，資金財務取決於能向機構借到多少資本，進行風險分析管理時通常要綜合考量不同的風險構面 (Kahan, 2008)。

本研究藉由調查國內家禽產業農民對從農可能之風險來源認知，以不同風險來源屬性構面進行分類，探討家禽產業農民本身經營模式、投資行為與從農風險觀念，以分析其從農風險來源與資金來源是否具關聯性，以及不同自評可承受風險等級之農民風險屬性特質，期作為未來相關輔導及政策擬定方向之參考，並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

本研究透過行政院農業委員會輔導處及國立臺北大學青農經營管理輔導團隊進行共同研究，整合農委會所屬各試驗單位及改良場之研究能量進行跨單位合作，共同討論設立調查目標及問卷內容，經由研究團隊指導專家確認問卷內容效度及評分標準。本研究針對家禽產業農民進行從農風險來源屬性構面分析，主要調查對象為 2019 年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、產學合作交流座談會及農業政策宣導說明會與會者等。

II. 問卷內容及調查方式

問卷以紙本及線上 Google 表單二種型式進行調查，配合農民使用習慣及場合選擇問卷填答方式，線上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，紙本問卷主要填答對象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，回收問卷中受訪者主要集中於臺南及彰化等中南部縣市。本試驗調查回收 173 份肉雞、蛋雞及水禽等家禽飼養業者填寫之問卷，排除漏答比例高於 30%、非已從農、非家禽飼養業者等無效問卷，統計有效問卷共 107 份。問卷包含第一部分背景資訊 9 題及第二部分從農風險屬性 18 題，共 27 題，詳細問卷內容如下：

(i) 背景資訊：含性別、年齡、專業背景、教育程度等基本資料，以及資金與土地等財務狀況。

(ii) 從農風險屬性

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)
4. 請問您採用哪種方式耕種 (Farming type) ? (一般方式飼養、自然農法飼養、友善飼養、有機飼養)
5. 請問您的種植品項或經營模式 (Business model) ? (沒有想法、單一種類、兩種以上、複合式經營、休閒農場)
6. 請問您主要生產或飼養的品項為何 ? (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、鴛鴦、水產養殖、休閒農業、養蜂、其他)
7. 若有天災或意外發生無法工作時，請問您的資金可以支撐幾個月的農場開支 (Supportable time when accident) ? (____ 月)
8. 在一般情況下，您所能接受之農產品價格波動，大約在那種程度 (Acceptable price fluctuations) ? (±____ %)
9. 請問您目前主要的拓銷管道 (Marketing channels) ? (自售、共同運銷、盤商、電商通路、外銷)
10. 請問您目前能接受的付款方式 (Payment method) ? (現金當場結清、按月給付、按生產季給付)
11. 請問您可承擔最大農業投資損失，為投資資金的多少比例 (Acceptable investment loss) ? (____ % 以內)
12. 如您持有之農業資產損失超過總資產的 30%，請問對您的生活影響程度為何 (Impact of 30% investment loss) ? (無法承受、影響程度大、中度影響、影響程度小、沒有影響)
13. 當您對農業經營的投資超過預設的停損時，請問您會採取那種處置方式 (Stop loss disposal) ? (放棄經營、視情況再因應、仍然堅持投入飼養)
14. 當您在農業經營上獲利多少以上會再考慮增加投資 (Increasing investment when reach profit) ? (____ %)
15. 請問您從事農業期望的報酬率為何 (Expected return) ? (沒有概念、只要不賠錢就好、追求基本的農業投資報酬、要求中等水準的合理農業投資報酬、期待創造超額農業投資報酬)

16. 請問您或是您家中的成員是否有加入農民組織 (複選) (Organization join) ? (無、產銷班、農會、青農聯誼會、農業合作社、農業相關協會、農業相關學會、農業相關公會)
17. 請問您加入農民組織的原因 (複選) (Joining reason) ? (無、共享運輸以降低成本、集體採購以降低從農投入成本、與成員一起儲蓄和借貸、提供相互保證、可以一起與買家協商價格)
18. 您曾經和其他想要從農者或已從農者分享以下哪些資訊 (複選) (Information sharing) ? (農產品市場資訊、農業生產資材、融資來源、政府相關政策、從農相關訓練、生產技術)

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，分析目前國內家禽產業從業人員之風險來源及屬性構面，進行卡方檢定 (Pearson's Chi-square test) 及變異數分析 (Analysis of variance, ANOVA)。

結果與討論

I. 從農風險屬性

本研究統計問卷第二部分第六題填寫肉雞、蛋雞及水禽等家禽產業農民 (無火雞與駝鳥飼養農民) 之有效問卷 107 份，並以常見之農業風險來源屬性進行構面分類 (Kahan, 2008)，本研究問卷第二部分之從農風險屬性，問題 1 — 3 屬於人為風險，問題 4 — 7 為生產風險，問題 8 — 10 為銷售風險，問題 11 — 15 為財務風險，問題 16 — 18 為機構組織風險。先前在家禽產業農民從農因素研究中，探討過屬於人為風險的幾項來源，包含從農目的、年資及農業經驗，發現家禽業者近七成從農目的是為了開創個人事業，成為專業飼養經營者，其他約三成受訪者從農目的為兼業或健康樂活因素 (張，2020)。

受訪家禽產業農民之從農風險屬性描述分析如表 1，在生產風險來源構面，調查顯示一般方式飼養業者占 32.7%，66.3% 之業者已開始採用友善飼養、自然農法或有機飼養方式，其中以環境友善飼養為大宗占 46.7%，推測受訪農民多為小規模飼養禽場。國內雞隻飼養場數眾多，109 年底統計臺閩地區雞隻飼養共 6,346 場 (含肉雞、蛋雞及種雞等)，在養隻數達 1 億隻；其中肉雞飼養場數共 4,008 場，在養量為 5,394 萬隻；蛋雞飼養場數共 1,991 場，在養量為 4,358 萬隻 (行政院農業委員會，2021)。雞隻飼養入門門檻較其他畜牧生產物種為低，規模較小的場數眾多，先前研究顯示，本調查受訪者 63.9% 為營運資金在 500 萬以下之業者 (張，2020)，由結果分析，許多小規模業者可能已朝向環境友善之特色化飼養模式經營，以利與大規模飼養或企業契作模式進行市場區隔。在經營模式部分，複合式經營者占 32.7%，單一物種飼養業者占 20.5%。近年來地方創生推動林下經濟發展，不少區域開始利用山林間放牧養雞，綜合飼養模式推測，可能許多非一般傳統飼養模式家禽產業農民採取複合式經營。在意外發生無法工作時，61.8% 的農民可支撐農場開支不到 12 個月，32.8% 無法支撐超過半年，19.6% 農民可支撐過一年期間。

在銷售風險來源構面，能接受的農產品價格波動幅度分布較廣，55.2% 之業者接受幅度集中在 6 — 30% 區間，少數業者僅可接受 5% 以下或能超過 30% 以上，分別占 14.0 及 6.5%。銷售管道以自售 34.6% 與盤商 37.4% 為大宗，占整體 72.0%，其次為共同運銷占 17.8%，電商通路及外銷合計僅不到 5%，顯示受訪之家禽產業農民主要以傳統通路拓銷，仍可朝網路電商平臺銷售方向拓展。主要付款方式以當場付現為主，占 51.4%，按月或按生產季分別占 17.8 及 25.2%。

在財務風險來源部分，家禽產業農民可承擔最大農業投資損失分布區間較廣，大部分集中於損失 40% 以下，占 62.6%，亦有 17.8% 農民可承受 50% 以上高投資損失；而資產損失超過 30% 對大部分受訪農民的影響程度中等，占 39.2%，亦有 36.5% 受訪者認為對生活影響程度大或無法承受。大多數的農民達停損時會視情況再因應後續投資行為，占 64.5%；獲利 30% 以下會增資者占 56.1%，超過 30% 才願意增資者占 28.0%；大部分受訪者對期望的投資報酬率為中等，占 47.7%，29.9% 認為基礎收益或不賠錢即可，亦有 17.7% 追求高額の投資報酬。綜合財務風險來源構面分析，家禽產業農民投資行為偏向穩健，多數受訪者選擇居中或是風險相對較低的選項，惟亦有部分農民在財務上願意承受高損失，或是財損超過一定比例將對生活造成巨大影響之農民，值得進一步探討這些族群之資金來源及自我風險評估承受程度。

在機構組織風險來源構面，不論是產銷班、農會、聯誼會或合作社等，大部分受訪者都有參加任一種農民組織占 55.2%，加入二種組織以上者占 29.9%，未加入任何組織者占 14.0%；其中加入農民相關組織原因，是為了其中一項商業利益或經營合作的受訪者占 32.7%，二項以上者占 24.3%，而不因任何商業利益合作而加入組織

者占 38.3%；大多數家禽產業農民曾經與同行分享過 1 至 2 項資訊，占 55.1%，分享三項以上資訊者占 39.3%，顯示家禽產業農民之間具有一定程度之資訊交流互動。

表 1. 受訪家禽產業農民五項風險來源屬性構面狀況

Table 1. Attributes of risk sources of respondent poultry farmers

Items	Options	Count	Valid percent (%)
1. Production Risk			
Farming type	Conventional farming	35	32.7
	Natural farming	11	10.3
	Environmentally-friendly farming	50	46.7
	Organic farming	10	9.3
	Missing value	1	1.0
Business model	No concept	31	29.0
	Single species	22	20.5
	Over two species	8	7.5
	Complex farming	35	32.7
	Leisure farm	5	4.7
	Missing value	6	5.6
Supportable time when accident	Less than 1 month	3	2.8
	1 – 2 months	16	15.0
	3 – 5 months	16	15.0
	6 – 11 months	31	29.0
	Over 12 months	21	19.6
	Missing value	20	18.7
2. Marketing Risk			
Acceptable price fluctuations	0 – 5%	15	14.0
	6 – 10%	27	25.2
	11 – 20%	13	12.2
	21 – 30%	19	17.8
	Over 31%	7	6.5
	Missing value	26	24.3
Marketing channels	Self-sale	37	34.6
	Joint marketing	19	17.8
	Wholesaler	40	37.4
	Ecommerce channel	4	3.7
	Export sales	1	0.9
	Missing value	6	5.6
Payment method	Cash	55	51.4
	By month	19	17.8
	By season	27	25.2
	Missing value	6	5.6
3. Financial Risk			
Acceptable investment loss	Less than 20%	31	29.0
	20 – 29%	21	19.6
	30 – 39%	15	14.0
	40 – 49%	1	0.9
	Over 50%	19	17.8
	Missing value	20	18.7

表 1. 受訪家禽產業農民五項風險來源屬性構面狀況 (續)

Table 1. Attributes of risk sources of respondent poultry farmers (continued)

Items	Options	Count	Valid percent (%)
Impact of 30% investment loss	Unbearable	14	13.1
	Severe	25	23.4
	Moderate	42	39.2
	Light	12	11.2
	No effect	6	5.6
	Missing value	8	7.5
Stop loss disposal	Cease business	6	5.6
	Depends on the situation	69	64.5
	Continue to invest	29	27.1
	Missing value	3	2.8
Increasing investment when reach profit	Over 51 %	9	8.4
	41 — 50 %	13	12.1
	31 — 40 %	8	7.5
	21 — 30 %	26	24.3
	Less than 20 %	34	31.8
	Missing value	17	15.9
Expected return	No concept	2	1.9
	As long as no economic losses	4	3.7
	Basic expected return	28	26.2
	Moderate expected return	51	47.7
	Exceeding expected return	19	17.7
	Missing value	3	2.8
4. Institutional Risk			
Number of organizations joined	None	15	14.0
	1	59	55.2
	2 — 3	29	27.1
	4 — 5	2	1.9
	6 — 7	1	0.9
	Missing value	1	0.9
Number of joining reasons	None	41	38.3
	1	35	32.7
	2	14	13.1
	3	5	4.7
	4	7	6.5
	Missing value	5	4.7
Number of information shared	1	39	36.4
	2	20	18.7
	3	9	8.4
	4	17	15.9
	5 — 6	16	15.0
	Missing value	6	5.6

II. 從農資金與風險屬性構面交叉分析

先前研究在分析家禽產業農民個人基本資料及財務狀況等背景資訊中 (張, 2020), 探討過從農因素與從農資金來源之關係, 包含從農目的、從農經驗與從業年資, 結果顯示從農目的性與資金來源顯著相關 ($P = 0.015$)。以風險來源屬性構面來看, 三項從農因素相關題項在分類中屬於人為風險來源, 家禽產業農民以發展養殖專業為職涯目標者有 60.3% 資金來自借貸, 而非以成為專職家禽產業農民為目的者, 最高達 80% 以自有資金投入產業 (張, 2020), 顯示各種投資選擇具有不同等級的風險程度, 不同從農目的之農民願意承擔的風險程度不同。以資金來源交叉分析結果而言, 使用自有資金之風險承受度最低, 是兼業農民或非以成為專業家禽養殖者為目的者可接受的投資風險承受程度。為了解受訪者在其他各項風險來源屬性構面與農業投資首要條件—資金來源之關係, 交叉分析生產、銷售、財務及機構風險中可能產生的關聯, 由不同的風險來源屬性構面中分析家禽產業農民的特性。

表 2 結果顯示, 在生產風險來源部分, 農場經營型式與資金來源具顯著關係 ($P = 0.045$), 一般飼養模式者中有 62.9% 使用自有資金, 以自然農法飼養者多與農會借貸占 48.0%, 而 52.4% 受訪者以自有資金進行友善或有機飼養, 可能顯示近年農會對於自然放牧與自然農法養雞之支持, 或環境潮流所展現之市場價值, 自然農法養殖之放牧雞蛋或雞肉, 可能為家禽產業發展方向的現在進行式。在銷售風險來源方面, 不論是價格波動接受幅度、銷售管道或是付款方式, 均與資金來源不具顯著關係。財務風險方面, 可承擔農業投資損失比例與資金來源具顯著關係 ($P = 0.035$), 可承擔投資損失 30% 以上者, 高達 65.7% 使用自有資金, 而可承擔資金損失 30% 以下者, 多數集中於與農會借貸約占四成, 此結果顯示以自有資金投資者可承擔較高的財務損失, 推測因投資損失時無需承擔借貸利息累積之壓力, 而能承擔較高之財務損失風險。另外可觀察到, 損失超過資產 30% 對生活影響程度輕微或不影響者, 有 66.7% 為自有資金, 雖統計上無顯著差異, 仍可見使用自有資金從業者在財務發生損失時, 經濟負擔感知可能較其他種類資金來源者為輕。

在機構組織風險來源部分, 家禽產業農民在加入組織的原因多寡 ($P = 0.030$) 及農業資訊分享程度 ($P = 0.023$) 方面, 與資金來源均有顯著關係。農民加入機構組織的原因, 包含共享運輸以降低成本、集體採購以降低從農投入成本、與成員一起儲蓄和借貸、提供相互保證、可以一起與買家協商價格等需要團體共同運作之項目, 選擇超過兩項以上之農民, 有 61.5% 資金主要來自農會借貸, 而無任何一項加入原因或僅有一項加入原因者, 均超過半數使用自有資金, 分別為 53.7 及 57.1%, 顯示由農會借貸者的機構組織連結相當明顯, 具有多項因素動機願意與同業合作, 農民組織可提供的服務或平臺, 使其具有加入該機構之意願。農民可相互分享的資訊, 包含農產品市場資訊、農業生產資材、融資來源、政府相關政策、從農相關訓練、生產技術等各項從業資訊, 高達 57.6% 主要由農會借貸資金之家禽產業農民, 曾經和別的農友分享過 4 項以上的資訊, 而使用自有資金經營之農民, 有高達 61.5% 僅分享過 1 項資訊。另外, 在加入的組織數量中, 以自有資金投資之家禽產業農民, 高達 66.7% 沒有加入任何農民組織, 儘管未達統計顯著水準 ($P = 0.085$), 整體來說家禽產業農民資金來源, 與機構組織屬性構面的風險來源具有高度的關聯, 資金由農會借貸提供者之機構組織連結性明顯較高。

表 2. 家禽產業農民風險來源屬性構面與從農資金來源交叉分析表

Table 2. Cross analysis of attributes of risk sources of respondent poultry farmers and sources of funds

Sources of funds		Own funds		Peasant association loan		Agricultural treasury loan and others		Total	Pearson's Chi-square test
Items		Count	%	Count	%	Count	%	Count	P-value
1. Production risk									
Farming type	Conventional farming	22	62.9	9	25.7	4	11.4	35	0.045*
	Natural farming	16	32.0	24	48.0	10	20.0	50	
	Environmentally-friendly or organic farming	11	52.4	5	23.8	5	23.8	21	
Business model	No concept	10	32.3	15	48.4	6	19.4	31	0.082
	Single species	12	54.5	9	40.9	1	4.5	22	
	Over two species, complex or leisure farm	24	50.0	12	25.0	12	25.0	48	

表 2. 家禽產業農民風險來源屬性構面與從農資金來源交叉分析表 (續)

Table 2. Cross analysis of attributes of risk sources of respondent poultry farmers and sources of funds (continued)

Sources of funds		Own funds		Peasant association loan		Agricultural treasury loan and others		Total	Pearson's Chi-square test
	Items	Count	%	Count	%	Count	%	Count	P-value
Supportable time when accident	Less than 6 month	15	42.9	11	31.4	9	25.7	35	0.491
	6 — 11 months	14	45.2	12	38.7	5	16.1	31	
	Over 12 months	13	61.9	4	19.0	4	19.0	21	
2. Marketing risk									
Acceptable price fluctuations	Less than 10 %	18	42.9	17	40.5	7	16.7	42	0.389
	11 — 20 %	5	38.5	6	46.2	2	15.4	13	
	Over 21 %	15	57.7	5	19.2	6	23.1	26	
Marketing channels	Self-sale	20	54.1	9	24.3	8	21.6	37	0.303
	Joint marketing	16	40.0	17	42.5	7	17.5	40	
	Wholesaler, ecommerce channel or export sales	8	33.3	12	50.0	4	16.7	24	
Payment method	Cash	27	49.1	15	27.3	13	23.6	55	0.056
	By month or season	17	37.0	23	50.0	6	13.0	46	
3. Financial risk									
Acceptable investment loss	Less than 20%	12	38.7	13	41.9	6	19.4	31	0.035*
	20 — 29 %	6	28.6	8	38.1	7	33.3	21	
	Over 30 %	23	65.7	9	25.7	3	8.6	35	
Impact of 30% investment loss	Unbearable or severe	16	41.0	16	41.0	7	17.9	39	0.255
	Moderate	20	47.6	15	35.7	7	16.7	42	
	Light or no effect	12	66.7	2	11.1	4	22.2	18	
Stop loss disposal	Cease business or depends on the situation	32	42.7	28	37.3	15	20.0	75	0.501
	Continue to invest	16	55.2	9	31.0	4	13.8	29	
Increasing investment when reach profit	Over 31 %	16	53.3	12	40.0	2	6.7	30	0.248
	21 — 30 %	14	53.8	6	23.1	6	23.1	26	
	Less than 20 %	13	38.2	14	41.2	7	20.6	34	
Expected return	Basic expected return, as long as no economic losses or no concept	16	47.1	8	23.5	10	29.4	34	0.171
	Moderate expected return	25	49.0	21	41.2	5	9.8	51	
		8	42.1	7	36.8	4	21.1	19	
4. Institutional risk									
Number of organizations joined	None	10	66.7	1	6.7	4	26.7	15	0.085
	1	28	47.5	23	39.0	8	13.6	59	
	2 or above	11	34.4	14	43.8	7	21.9	32	
Number of joining reasons	None	22	53.7	11	26.8	8	19.5	41	0.030*
	1	20	57.1	9	25.7	6	17.1	35	
	2 or above	7	26.9	16	61.5	3	11.5	26	
Number of information shared	1	24	61.5	9	23.1	6	15.4	39	0.023*
	2 — 3	13	44.8	9	31.0	7	24.1	29	
	4 — 6	10	30.3	19	57.6	4	12.1	33	

* Asterisks indicate statistical significance (* P < 0.05).

III. 自評可承受風險等級之交叉分析

家禽產業農民自我風險認知平均分數落在 6.3 分 (10 分制)，分數越高表示受訪者認為自身能承受的風險越高 (張, 2020)，以平均分數作為分級依據，7 – 10 分為自評可承受風險等級高 (High)，1 – 6 分為自評可承受風險等級低 (Low)，以探討家禽產業農民背景資訊以及風險來源屬性構面，與自評可承受風險等級之關聯性，作為了解其實際投資策略與本身風險管理認知之初步分析。表 3 為受訪者基本資料及財務狀況等背景資訊之交叉分析，結果顯示在基本資料部分，是否具有農業專業背景與自評可承受風險等級具有顯著關係 ($P = 0.042$)，而性別、全職與否、家庭經濟支柱、農二代、教育程度與年齡等均無顯著關係，顯示從業相關家禽知識背景、飼養技術與禽場經營專業，具有提升對家禽產業農民自評可承受風險程度之認知。財務狀況則不論是資金來源與多寡、土地面積與場地租賃狀況，均與農民自評可承受風險等級無顯著關聯。

研究進一步以五項風險來源屬性構面，分析與自評可承受風險等級之關聯性，以探討構成家禽產業農民自我風險認知可能之風險來源樣貌。表 4 結果顯示，從農年資 ($P = 0.022$)、意外時資金可支持期間 ($P = 0.002$)、可接受的價格波動 ($P = 0.035$) 及損失超過 30% 之影響程度 ($P = 0.012$) 均與自評可承受風險等級之間具有顯著關係，顯示四項風險來源屬性構面中，均有影響家禽產業農民自我風險認知之因素，而機構組織風險來源，則與農民之自我風險認知程度較無顯著關係。

在人為風險方面，從農年資少於 4 年的家禽產業農民 65.2% 自評為高可承受風險等級，5 至 9 年以及 10 年以上經驗者，自評可承受風險等級較低，分別占 73.3 及 64.9%，顯示從業年資較高的家禽產業農民，認為自身風險承擔能力較低，可能表示從時間經驗累積中體驗到家禽產業經營之風險，對於自身風險承擔愈趨保守，而曾經參與過的農業經驗項目多寡則無顯著影響；另外以休閒、健康或環保為從農目的之農民，高達 80.0% 自評可承受風險等級低 ($P = 0.053$)，雖未達統計顯著標準，仍可見不同從農目的對自身風險認知具有相異的趨勢。

生產風險部分，若發生意外時資金可以支撐開支超過 12 個月的農民，其自評可承受風險等級顯著為高，占 78.9%，而不到 12 個月甚至少於 6 個月者，分別有 72.4 及 58.8% 之農民認為自己可承受風險等級為低；而其他生產風險包含牧場經營型態及飼養模式，則與自評可承受風險等級無顯著相關。在銷售風險方面，可接受較大價格變動幅度者之自評可承受風險等級顯著較高，能接受農產品價格波動在 20% 以上者，68.0% 都認為自己可承受風險等級較高，僅能接受 20 或 10% 以下價格波動者，則均超過 63% 自評為低承受風險等級。不同的銷售通路及付款方式則不影響家禽產業農民之自我風險認知。在財務風險來源方面，資產損失超過總資產 30% 對生活的影響程度甚鉅或是無法接受者，高達 77.8% 自評為低承受風險等級，其他如可承擔的損失比例、停損處置、獲利增資及期望報酬率等財務風險，與自評可承受風險等級較無顯著關聯，顯示僅有影響正常生活的財務損失，才會顯著影響農民的風險認知，其他因投資策略選擇而產生之不同程度風險，則沒有顯著影響家禽產業農民自評可承受風險等級。

表 3. 家禽產業農民背景資訊與自評可承受風險等級交叉分析表

Table 3. Cross analysis of background information of respondent poultry farmers and self-assessment risk tolerance level

Self-assessment risk tolerance level		High		Low		Total	Pearson's Chi-square test
Items		Count	%	Count	%	Count	P-value
Gender	Male	33	40.7	48	59.3	81	0.809
	Female	6	37.5	10	62.5	16	
Occupation	Full time	31	38.3	50	61.7	81	0.275
	Part time	8	53.3	7	46.7	15	
Breadwinner	Yes	33	41.8	46	58.2	79	0.510
	No	6	33.3	12	66.7	18	
Second generation of farmer	Yes	20	37.7	33	62.3	53	0.586
	No	19	43.2	25	56.8	44	
Agricultural academic background	Yes	7	70.0	3	30.0	10	0.042*
	No	32	36.8	55	63.2	87	

表 3. 家禽產業農民背景資訊與自評可承受風險等級交叉分析表 (續)

Table 3. Cross analysis of background information of respondent poultry farmers and self-assessment risk tolerance level (continued)

Self-assessment risk tolerance level		High		Low		Total	Pearson's Chi-square test
	Items	Count	%	Count	%	Count	P-value
Education	Junior high school and below	5	31.3	11	68.8	16	0.185
	Senior high school	17	34.7	32	65.3	49	
	College and above	17	53.1	15	46.9	32	
Age	35 and below	5	41.7	7	58.3	12	0.736
	36 – 45	8	53.3	7	46.7	15	
	46 – 55	10	37.0	17	63.0	27	
	56 and above	14	37.8	23	62.2	37	
Sources of funds	Own funds	16	39.0	25	61.0	41	0.440
	Peasant association loan	13	35.1	24	64.9	37	
	Agricultural treasury loan and others	10	52.6	9	47.4	19	
Working capital	< 1 million	10	55.6	8	44.4	18	0.611
	1.00 – 1.99 million	5	33.3	10	66.7	15	
	2.00 – 4.99 million	8	50.0	8	50.0	16	
	≥ 5.00 million	13	43.3	17	56.7	30	
Emergency money	< 1 million	17	58.6	12	41.4	29	0.109
	1.00 – 1.99 million	3	30.0	7	70.0	10	
	2.00 – 4.99 million	4	25.0	12	75.0	16	
	≥ 5.00 million	6	54.5	5	45.5	11	
Land area	< 0.5 hectare	12	50.0	12	50.0	24	0.314
	≥ 0.5 – <1 hectare	7	29.2	17	70.8	24	
	≥ 1 hectares	18	43.9	23	56.1	41	
Owned land	None	3	37.5	5	62.5	8	0.468
	< 0.5 hectare	11	50.0	11	50.0	22	
	≥ 0.5 – <1 hectare	4	25.0	14	75.0	16	
	≥ 1 hectares	13	43.3	17	56.7	30	
Leased land	None	23	40.4	34	59.6	57	0.935
	< 1 hectare	4	36.4	7	63.6	11	
	≥ 1 hectares	4	44.4	5	55.6	9	

* Asterisks indicate statistical significance (*P < 0.05).

表 4. 家禽產業農民風險來源屬性構面與自評可承受風險等級交叉分析表

Table 4. Cross analysis of attributes of risk sources of respondent poultry farmers and self-assessment risk tolerance level

Self-assessment risk tolerance level		High		Low		Total	Pearson's Chi-square test
	Items	Count	%	Count	%	Count	P-value
1. Human risk							
Years of farming	Less than 4 years	15	65.2	8	34.8	23	0.022*
	5 – 9 years	4	26.7	11	73.3	15	
	Over 10 years	20	35.1	37	64.9	57	
Agricultural experience	None	6	40.0	9	60.0	15	0.661
	1	18	36.7	31	63.3	49	
	≥ 2	15	46.9	17	53.1	32	

表 4. 家禽產業農民風險來源屬性構面與自評可承受風險等級交叉分析表 (續)

Table 4. Cross analysis of attributes of risk sources of respondent poultry farmers and self-assessment risk tolerance level (continued)

Self-assessment risk tolerance level		High		Low		Total	Pearson's Chi-square test
	Items	Count	%	Count	%	Count	P-value
Reasons for engaging in agriculture	Enjoy country life, health purpose or environmental protection	3	20.0	12	80.0	15	0.053
	Part-time farmer	9	64.3	5	35.7	14	
	Build up a business career as professional farmer	27	40.9	39	59.1	66	
2. Production risk							
Farming type	Conventional farming	11	35.5	20	64.5	31	0.333
	Natural farming	18	37.5	30	62.5	48	
	Environmentally-friendly or organic farming	10	55.6	8	44.4	18	
Business model	No concept	7	22.6	24	77.4	31	0.056
	Single species	9	47.4	10	52.6	19	
	Over two species, complex or leisure farm	21	48.8	22	51.2	43	
Supportable time when accident	Less than 6 month	14	41.2	20	58.8	34	0.002**
	6 — 11 months	8	27.6	21	72.4	29	
	Over 12 months	15	78.9	4	21.1	19	
3. Marketing risk							
Acceptable price fluctuations	Less than 10 %	15	36.6	26	63.4	41	0.035*
	11 — 20 %	4	36.4	7	63.6	11	
	Over 21 %	17	68.0	8	32.0	25	
Marketing channels	Self-sale	19	54.3	16	45.7	35	0.084
	Joint marketing	14	36.8	24	63.2	38	
	Wholesaler, ecommerce channel or export sales	6	26.1	17	73.9	23	
Payment method	Cash	25	47.2	28	52.8	53	0.147
	By month or season	14	32.6	29	67.4	43	
4. Financial risk							
Acceptable investment loss	Less than 20%	12	38.7	19	61.3	31	0.594
	20 — 29 %	9	45.0	11	55.0	20	
	Over 30 %	16	51.6	15	48.4	31	
Impact of 30% investment loss	Unbearable or severe	8	22.2	28	77.8	36	0.012*
	Moderate	19	50.0	19	50.0	38	
	Light or no effect	9	60.0	6	40.0	15	
Stop loss disposal	Cease business or depends on the situation	24	35.3	44	64.7	68	0.137
	Continue to invest	14	51.9	13	48.1	27	
Increasing investment when reach profit	Over 31 %	12	50.0	12	50.0	24	0.464
	21 — 30 %	9	34.6	17	65.4	26	
	Less than 20 %	16	48.5	17	51.5	33	
Expected return	Basic expected return, as long as no economic losses or no concept	17	54.8	14	45.2	31	0.134
	Moderate expected return	15	32.6	31	67.4	46	
	Exceeding expected return	6	35.3	11	64.7	17	

表 4. 家禽產業農民風險來源屬性構面與自評可承受風險等級交叉分析表 (續)

Table 4. Cross analysis of attributes of risk sources of respondent poultry farmers and self-assessment risk tolerance level (continued)

Self-assessment risk tolerance level		High		Low		Total	Pearson's Chi-square test
	Items	Count	%	Count	%	Count	P-value
Reasons for engaging in agriculture	Enjoy country life, health purpose or environmental protection	3	20.0	12	80.0	15	0.053
	Part-time farmer	9	64.3	5	35.7	14	
	Build up a business career as professional farmer	27	40.9	39	59.1	66	
5. Institutional risk							
Number of organizations joined	None	6	46.2	7	53.8	13	0.457
	1	18	34.0	35	66.0	53	
	2 or above	14	46.7	16	53.3	30	
Number of joining reasons	None	17	47.2	19	52.8	36	0.224
	1	9	28.1	23	71.9	32	
	2 or above	11	45.8	13	54.2	24	
Number of information shared	1	13	37.1	22	62.9	35	0.836
	2 — 3	12	44.4	15	55.6	27	
	4 — 6	13	41.9	18	58.1	31	

* Asterisks indicate statistical significance (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$).

結 論

本研究顯示不同資金來源之國內家禽產業農民，具有關聯性之風險來源包含生產、財務及機構組織屬性構面，其中農場經營型式、可接受的投資損失比例、加入組織原因及資訊分享量為顯著與資金來源相關的項目。調查中發現農民經營行為模式之不同構面相互關聯，或可利用農民屬性特質針對不同政策議題進行有效率之宣導，例如以自然農法飼養家禽之農民多數向農會借貸，在提倡循環農業及永續經營的農業政策上，可由農會組織結構介入宣導，以更有效地達到政策理念推行。另外，向農會借貸資金之農民與組織的連結性較強，相對其他資金來源者較有意願參與團體合作或組織行動，在推行新興技術及防疫政策上，可作為種子成員以推動宣導概念。

在家禽產業農民自評可承受風險程度之交叉分析中，自評為低承受風險等級者，價格波動接受度顯著較低，意外時資金可支持期間較短，損失超過 30% 影響生活的程度非常大或無法接受，顯示與生計直接相關的投資行為，自評可承受風險等級低的農民明顯有不同之選擇。另外在銷售與財務風險構面中，有許多屬於較高風險之投資策略選項，如外銷、高損失接受度、低獲利轉增資及高期望報酬率等，然在與自評可承受風險等級之分析中並未展現顯著差異，顯示部分家禽產業農民的投資策略衍生之風險程度，可能與其本身風險認知具有落差。未來輔導方向可加強風險管理部分，使農民了解自身條件可承擔之風險程度，協助其作出適合自己的投資策略。後續將針對家禽產業農民之投資策略進行風險分級，以實際投資行為之風險程度進行分群分析，提供家禽業者風險管理策略參考建議。

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。2021。畜牧類農情統計調查結果(含產值)(109年)。https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/

book/Book.aspx。

孫珮瑛。2010。從農業普查探討農業經營結構變遷。行政院主計總處專題分析報告。

張以恆。2020。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。畜產研究 53：195-204。

楊子菡、劉聖如。2007。WTO 新回合農業談判“七月套案”之市場進入議題對臺灣經濟之影響。臺灣經濟預測與政策 38：35-74。

楊雅惠。2013。我國有機農業發產及經營特性分析。主計月刊 687：68-75。

Kahan, D. 2008. Managing risk in farming. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp.6-8. Rome, USA.

Meuwissen, M. P., R. B. M. Huirne, and J. B. Hardaker. 2001. Risk and risk management: an empirical analysis of Dutch livestock farmers. Livest. Prod. Sci. 69: 43-53.

Research on farming risks and related factors in Taiwan poultry industry farmers ⁽¹⁾

I-Heng Chang ^{(2) (3)}

Received: May 24, 2021; Accepted: Oct. 29, 2021

Abstract

This study aims to investigate the possible risk sources from business activities of poultry farmers in Taiwan by analyzing the characteristics of farming risks of respondents through the attributes of risk sources and exploring the relationship between farming risks, investment behaviors and self-risk perceptions in Taiwan poultry farmers. Respondent poultry farmers mainly adopted environmentally-friendly farming, followed by conventional farming in terms of production attribute, marketing through self-selling or dealers, and cash payment on the spot. In terms of financial attribute, the acceptable investment loss mainly fell under 40%, with a moderate and reasonable return on investment expected. Most farmers had joined at least one organization and shared 1 or 2 agricultural information with others. The cross-analysis of risk attributes and sources of funds showed that the farming type, acceptable investment loss, the reasons for joining the organization, and agricultural information sharing had a significant relationship with the source of funds. Such sources of risks included production, financial, and institutional attributes. The self-assessed risk tolerance level of poultry farmers was significantly related to agricultural academic background. In terms of risk source attributes, self-assessed risk tolerance level was related to years of farming, supportable time when accident, acceptable price fluctuations and impact of investment loss over 30% had a significant relationship, including human, production, marketing, and financial attributes of risk sources.

Key words: Poultry industry, Risk sources, Attributes of risk sources.

(1) Contribution No. 2686 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(Abtract)，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、 μm 。
 - (2) 重量：kg、g、mg、 μg 。
 - (3) 體積：L、mL、 μL 。
 - (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 *、^a、^b、^c 等上標標示，並於表下方說明。
 - (vi) 參考文獻：
 1. 正文中須書出參考文獻之作者姓氏與年份：
 - (1) 西文文獻之作者僅一人者，書一人之姓如 (Johnson, 1991)；作者為二人者，書二人之姓如 (Johnson and Hobbs, 1991)；作者為三人或以上者，用第一人之姓後再書 *et al.* 如 (Johnson *et al.*, 1991)。
 - (2) 中文文獻之作者僅一人者，書一人之姓氏如 (趙, 1990)；作者為二人者，書二人之姓氏如 (趙及錢, 1990)；作者為三人或以上時，則於第一人姓氏後再加一等字如 (趙等, 1990)。
 2. 參考文獻列示以確經引用者為限，排列次序為作者、年份、題目、發表刊物名稱、卷數、頁數等依次書寫，例如：
 - (1) 期刊類

王政騰、朱慶誠。1991。土番鴨繫留、電昏、放血、燙毛等屠宰條件之探討。畜產研究 24：133-140。

胡怡浩、姜延年、陳銘正、潘金水。1991。北京鴨雜交品系與商業品系肉鴨之生長及屠體性能之比較。畜產研究 24：141-148。

Ayub, M. and M. Shoaib. 2009. Studies on fodder yield and quality of sorghum alone and in mixture with guara under different planting techniques. Pak. J. Agri. Sci. 46: 25-29.

Hsu, F. H., C. J. Nelson, and A. G. Matches. 1985. Temperature effects on germination of perennial warm-season forage grasses. Crop Sci. 25: 215-220.

(2) 書本類

- 朱純燕。2001。水禽類小病毒蛋白基因之分子選殖及抗原性分析。國立中山大學生物科學系，博士論文，高雄市。
- 李登元。1979。乳牛學。臺灣商務印書館，臺北市，第 300 - 322 頁。
- American Oil Chemists Society (AOCS). 1980. Official and Tentative Methods of the American Oil chemists Society. 3rd ed. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, IL, USA.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA, USA.
- Tai C. 1985. Duck breeding and artificial insemination in Taiwan. Duck Production Science and World Practice, pp. 193-203. University of New England, Armidale, Australia.
- Wang, Y. C. 1985. Regrowth ability of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumacher) in the dry, cold season in Taiwan. Proceedings of the XV International Grassland Congress, pp. 1239-1241. Kyoto, Japan.

(3) 其他類

- 行政院農業委員會。2018。農業統計年報。https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。
- 行政院農業委員會。2017。農委會農業資料統計查詢。http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/maintenance/Announce.aspx。
- SAS. 2015. SAS/STAT® 14.1. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- SPSS. 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. SPSS Inc., Chicago, IL. USA.

3. 中日文文獻以第一作者姓氏筆劃多少為序，西文以第一作者姓氏之拼音先後排列，並按中文、日文、西文之次序排列。
4. 西文期刊名稱請用縮寫，縮寫請參照美國國家醫學圖書館線上資料庫 (NLM Catalog) 之 IOS (Information and documentation) 縮寫。
5. 參考文獻皆不編號。

- V. 本刊編輯委員會保有修改與退稿之權利。稿件經本刊接受後，作者進行出刊校稿時，不得擅自更改內容及數據。
- VI. 本刊亦接受短報 (short communication) 與速報 (rapid report)。其寫法亦遵照本稿約之規定，稿長包括圖、表、相片等不得超過 4 個印刷面。
- VII. 稿件經本刊委員會轉請專家審查，編輯委員會根據專家審查意見通知投稿人，是否接受刊載，或須修改後始可刊載。本刊無提供稿費。
- VIII. 稿件經本刊接受後，該稿件之全部或部份，不得投稿其他刊物，以不同語文投稿其他刊物亦所不許。本刊具專屬版權，刊登權屬發行單位畜產試驗所所有，非經本所書面同意，不得轉載或轉移他處發表。如有上述情事，相關法律責任由作者自負，本刊有拒絕接受其投稿之權利。
- IX. 來稿請寄 71246 臺南市新化區牧場 112 號，「行政院農業委員會畜產試驗所技術服務組畜產研究編輯委員會」收，聯絡電話：06-5911211。投稿請以 A4 紙列印，確認收件後，另通知繳交電子檔。
- X. 自民國 93 年開始實施之計畫，其論文如涉及使用脊椎動物進行科學應用計畫者，請撰稿者檢附該計畫經所屬機構動物實驗管理小組審議認可之文件。

JOURNAL OF TAIWAN LIVESTOCK RESEARCH

Vol. 54 No. 3

September 2021

CONTENTS

	Page
1. Selection and identification and characterization of <i>Bacillus coagulans</i> from pig excrement and cattle rumen fluid <i>Fang-Chueh Liu and Yu-Chun Lin</i>	148
2. Effects of seasonal change and cow's parity on milk yield, milk component and milk fatty acid composition of Holstein milking cows in Taiwan <i>Szu-Han Wang, Hsiao-Han Liao, Po-An Tu, Ming-Kuew Yang and Tsung-Yi Lin</i> ...	155
3. Effect of dietary addition of copra meal on growth performance and rumen digestion of Alpine goats <i>Geng-Jen Fan, Tzong-Faa Shiao and Churng-Faung Lee</i>	162
4. Effects of antibiotics addition on intestinal morphology and disaccharidase activity in broilers <i>Ching-Chi Hung, Bao-Ji Chen, Ching-Yi Chen, Ying-An Chu, I-Nung Huang and Yih-Fwu Lin</i>	173
5. Aggregation and Innovative Governance of Livestock Products Industry: A Case Study of Young Farmer <i>Yu-I Lai and Bin-Yong Wang</i>	182
6. Comparison of silage characteristics among monocropping and intercropping of soybean and forage corn <i>Ming-Hung Chu, Chia-Sheng Chen and Wen-Shin Lin</i>	189
7. Profitable forage production of forage crops - sweet sorghum and oat I. Suggestion of crop rotation for forage production modes <i>Po-Yu Chen and Shyh-Rong Chang</i>	198
8. Research on farming risks and related factors in Taiwan poultry industry farmers <i>I-Heng Chang</i>	206

行政院新聞局出版事業登記證
警字第一八八號
執登記為雜誌
交寄第七號

ISSN 0253-9209
DOI: 10.6991/JTLR



9 770253 920004

GPN: 2005200015

定價：新臺幣二〇〇元