



內 郵資已付

新營郵局新化支局
可證
新營字第84號
新營雜字第18號

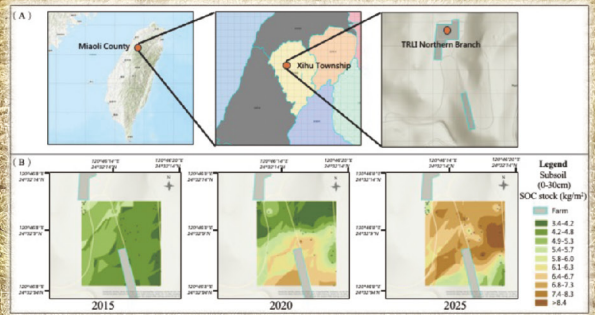
雜誌

畜產專訊

本期提要： 國產盤固草與狼尾草的 增匯潛力

136期

2026/06月號



農業部畜產試驗所

Taiwan Livestock Research Institute, Ministry of Agriculture
行政院新聞局登記證局版台省誌字第678號
中華郵政新營字第18號執照登記為新聞紙類交寄



畜產專訊已電子化，請於
農業部畜產試驗所全球資訊網
<https://www.tlri.gov.tw>
下載全文



封面說明：

國產盤固草與狼尾草的增匯潛力

發行人／黃振芳

總編輯／陳翠妙

主編／邱如均

編輯委員／范耕榛 吳鈴彩 鍾萍

洪兮雯 謝佳容

發行所／農業部畜產試驗所

地址／臺南市新化區牧場112號

電話／06-5911211

網址／<http://www.tlri.gov.tw>

印刷／寶慶身心障礙福利協會

電話／07-3877006

地址／高雄市三民區通化街88巷37號



畜產專訊

目錄

136期

專題報導

01 國產盤固草與狼尾草的增匯潛力

畜產新知

04 應用統合分析評估高溫緊迫對豬隻生產表現之影響

07 強化蛋雞場電力韌性之儲能系統應用與規劃

09 臺灣乳業研究新視角：於《Journal of Dairy Science》
探討熱緊迫對乳牛生產的影響

12 豬場生物安全為推動提升生產力與預防疾病的關鍵核心

14 創新育成系列報導-高肌內脂肪雞種選育

16 創新育成系列報導-乳牛場自動餵飼設備之研發



國產盤固草與 狼尾草的增匯潛力

◎北區分所／陳怡璇

◎技術服務組／施意敏

◎遺傳生理組／涂柏安

前言

在氣候變遷日益嚴峻的今天，全球都在談論「淨零排放」。對於辛苦耕耘的草農及每日與牛隻為伍的酪農來說，這或許聽起來像是一個遙遠的口號。但事實上，各位手中栽種的國產牧草，正是一座重要的黃碳，所謂黃碳指的是土壤碳匯，其關係到農業、生態保護及氣候變遷的緊密連結。根據最新的科學調查，臺灣的盤固草與狼尾草不僅是優質芻料，其在土壤中儲存碳（土壤有機碳）的能力更具環境永續與提升土地肥力的潛在力量。接下來將概述發生在牧草地土層中的「固碳」情形，讓我們了解種植這些牧草是兼顧環境永續愛地球的聰明選擇。

牧草地是良好的「碳匯」

大家常聽說種樹可以吸碳，但草地生態系統儲存了全球約三分之一的陸地碳儲量（Dondini *et al.*, 2023）。土壤是地球上僅次於海洋的最大碳庫，它儲存的碳量是空氣中二氧化碳的 2.3 倍，更是地表所有生物體碳含量的 3.5 倍（Dondini *et al.*, 2023）。對酪農而言，牧草地與耕地最大的不

同在於「甚少翻犁」。盤固草與狼尾草皆屬於多年生作物，一旦種植下去，往往5到10年以上毋須翻耕土壤。這種不翻動土壤的經營模式，讓土壤中的有機質較不會快速氧化流失。

盤固草與狼尾草固碳能力

草原生態系統的碳儲存能力主要受地下生物量（如根系）的影響（Zhou *et al.*, 2024）。臺灣牧草栽培以禾本科的盤固草與狼尾草為主，以下就該兩種牧草進行探討：

1. 盤固草（Pangolagrass）：在臺灣種植面積約為 2,656公頃，鮮草產量為75,892公斤/公頃，以桃園、彰化及屏東為主各約500多公頃。盤固草具有強大的地下根系，科學研究指出，這類牧草每年會進行根系的世代交替，舊的細根凋落殘留在土中，變成豐富的纖維（碳源），供新的根系吸收生長，可以深根固碳（Zhou *et al.*, 2024）。在馬提尼克島的研究中發現，種植盤固草的牧場，五年內每公頃土壤可增加6噸的碳儲量。
2. 狼尾草（Napiergrass）：狼尾草種植面

積約2,153公頃，鮮草產量為138,351 公斤/公頃，以彰化、臺南、屏東為主要栽培區。它不僅能大量吸附空氣中的二氧化碳轉化為生質量，其根系活動還能有效地改善土壤結構，讓土壤變得更「鬆軟（低總體密度）」，有利於水分的保存與微生物的活動。

臺灣牧草現地調查

根據近年農業部畜產試驗所北區分所（以下略稱北區分所）針對臺灣各區域牧草地的深度調查，發現中部狼尾草地在土層深度10-30 公分處，每平方公尺平均儲存了高達 8.97 公斤的碳，是目前臺灣調查數據中前幾名列前茅；東部盤固草地同樣土層深度 10-30 公分處土壤同樣展現出強大的儲碳潛力，平均達 8.18 kg/m²。這代表牧草的強大根系已將碳儲存於較深層的土壤中，且穩定地保存起來。

土壤的「總體密度（Bulk Density, Bd）」是診斷土壤性質的重要指標（Dondini *et al.*, 2023），可衡量土壤的緊實度，低 Bd 通常與土壤有機碳增加、土壤聚集改善和孔隙度增加有關（Mao *et al.*, 2022）。我們的調查發現，中部與東部的牧草地表土 Bd 值僅約 1.16 g/cm，意味著長期種植牧草後，土壤結構會有所改變，有利於土壤的健康。

對酪農與草農的實質好處

「固碳」聽起來很專業，但對農民來說，它等於「永續的土地肥力」，具有下列誘因：

1. 節省肥料錢：土壤有機碳增加，代表土壤中的「有機質」變多了。有機質就像是土壤的天然肥料庫，能緩慢釋放氮、磷、硫等養分，這意味著土壤抓取養分的能力增強，肥料流失減少，長期下來能節省化肥支出（Mao *et al.*, 2022）。
2. 抗旱與穩定產量：有機碳含量高的土壤，保水能力可提升 13 到 28%。在臺灣夏季日益多變的降雨氣候下，這種特性能確保牧草在乾早期維持產量（Mao *et al.*, 2022）。
3. 牛隻糞尿的循環利用：酪農處理糞尿往往是一大困擾。研究證實，結合有機肥（牛糞、糞水）與化肥施用，能產生最強大的固碳協同作用。糞肥中的有機碳會留在土中，而氮肥則刺激牧草長得更好，產生更多根系。這種「農牧整合」是國產牧草地最天然的固碳優勢（Dondini *et al.*, 2023）。
4. 未來可能有額外收益：隨著臺灣碳權交易所的成立，未來精確量化的土壤碳儲量增加量（碳匯）藉由碳權交易，有可能轉換成經濟補償金給予落實永續管理的農民（Mao *et al.*, 2022）。這將是除了草料與牛奶之外的第三項收入來源。

結論

大部分的人都忽略國產牧草地的固碳潛力，在北區分所苗栗場區的盤固草地長期追蹤資料顯示，2015年至2025年間土壤深度0-30cm之土壤碳儲量有增加趨勢（圖1）2015、2020與2025年土壤碳儲量範圍分

別為4.2-5.3、3.8-7.5、4.8-12.6 kg/m²，數據直接顯示國產牧草地土壤碳儲量的潛力。酪農與草農不再只是糧食供應鏈的一環，透過種植國產牧草，除了降低生乳生產成本、供給牛隻營養的同時，牧草地土壤裡默默持續深藏有機碳，讓整個產業更接近淨零的目標！

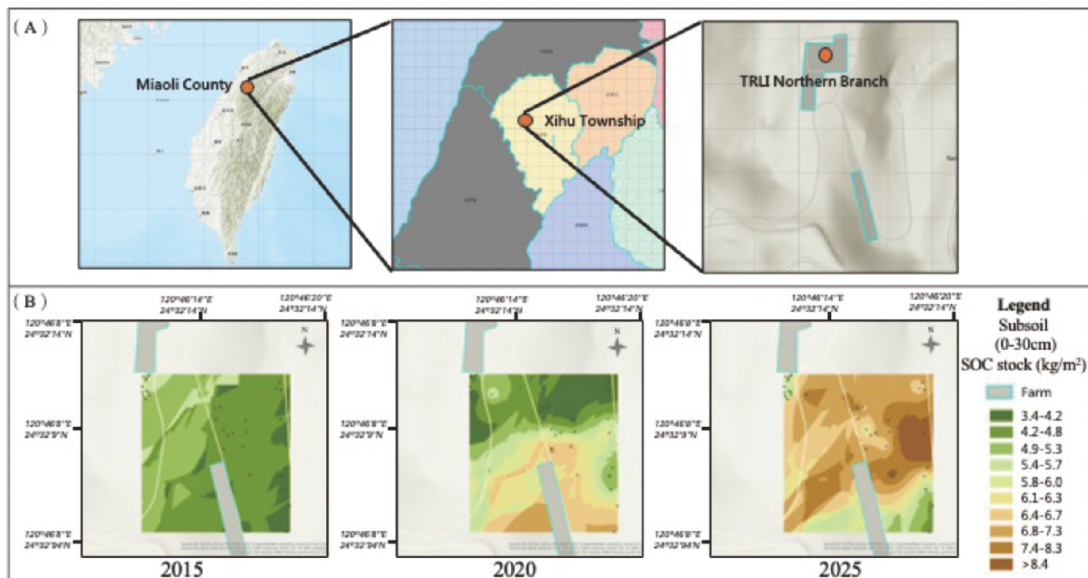
參考文獻

Dondini, M., Martin, M., De Camillis, C., Uwizeye, A., Soussana, J. F., Robinson, T., and Steinfeld, H. 2023. Global assessment of soil carbon in grasslands:

From current stock estimates to sequestration potential. Food & Agriculture Org.

Mao, L., Keenor, S. G., Cai, C., Kilham, S., Murfitt, J., and Reid, B. J. 2022. Recycling paper to recarbonise soil. Science of the Total Environment, 847, 157473.

Zhou, C., Xia, H., Yang, T., Zhang, Z., and Zheng, G. 2024. Grassland degradation affected vegetation carbon density but not soil carbon density. BMC Plant Biology, 24(1), 719.



▲圖1. (A) 苗栗縣西湖鄉北區分所周邊盤固草牧草地之採樣位置分布圖。
(B) 北區分所周邊盤固草牧草地於 2015、2020 與 2025 年 0-30 公分土層之土壤有機碳庫存空間分布圖 (比例尺：1：2, 115)。

應用統合分析評估高溫緊迫對豬隻生產表現之影響

◎南區分所／梁筱梅

統合分析 (Meta-analysis) 之概念

統合分析透過將多篇主題相近且彼此獨立的研究結果進行量化合併，以獲得較客觀且具代表性的整體估計結果。相較於僅依單一研究結果推論，統合分析可降低因個別研究設計、樣本數或研究情境差異所造成的不確定性，並提升效果估計之穩定性與可檢核性。在研究流程上，研究者先依預先制定的策略全面蒐集文獻、評估研究品質、並訂定明確的納入與排除標準；再以統計模型對納入研究結果進行加權整合，產生整體性估計與信賴區間。統合分析的應用領域廣泛，除醫學與臨床試驗外，亦常見於公共衛生、心理學、教育學及經濟學等領域，能整合既有科學證據並支援決策。

評估高溫緊迫對豬隻生產表現影響

Le Dividich 等人 (1998) 指出，多篇研究在 20 - 30°C 溫度範圍內觀察到豬隻採食量隨溫度升高而下降，但不同研究的下降幅度約介於每升高 1°C 減少 40 - 80 g/日。此一高度變異可能源自：動物特性（品種、體重、生理狀態及性別）、環境條件（舍飼型態、飼料組成、管理方式及衛生狀況）、其他環境因素（如相對濕度）及實驗設計（豬隻數量、溫度處理數及暴露時間）等因素或其交互作用。由於上述多因子難以在單一試

驗中同時完整探討，故透過統合分析彙整所有已發表的研究結果，可在更廣泛的環境與育種情境下，更精確地估計高溫緊迫對豬隻生產表現之影響情形。

Renaudeau 等人 (2011) 為建立熱緊迫條件下生長育肥豬的動物與舍飼特性、飼糧組成及平均日採食量 (Average Daily Feed Intake, ADFI) 與平均日增重 (Average Daily Gain, ADG) 等資訊之資料庫，收集 71 篇已發表文獻 (PubMed、ScienceDirect 收錄期刊論文及科學會議論文集)，並篩選納入資料庫研究之條件須符合：1. 研究方法 (舍飼方式、飼養管理) 描述充分；2. 試驗飼養之生長育肥豬其初始平均體重大於 10 kg；3. 試驗期間自由採食與飲水；4. 溫度可控制；5. 飼糧粗蛋白大於 12%；6. 試驗期達 7 天以上；7. 至少有 2 種溫度處理。符合平均日採食量分析標準者為 47 篇研究、86 個試驗報告及 202 個溫度處理值；符合平均日增重分析標準者為 43 篇研究、80 個試驗報告及 182 個溫度處理值。分析依變項項目包括：平均日採食量 (g/日，或以代謝體重校正之 g/kg BW^{0.60}/日)、平均日增重 (g/日) 及飼料轉換率 (Feed Conversion Ratio, FCR) (kg 飼料/kg增重)。由於並非所有觀測值皆具備完整資料，各應變項之分析樣本數可能不同。

部分資料因報告不一致需由原文數據推算；若無法推算則視為隨機缺失（missing at random）。若飼糧代謝能（Metabolizable Energy, ME）未報告，則依飼糧可消化能（Digestible Energy, DE）、法國國家農業研究院（Institut National de la Recherche Agronomique, INRA）飼料成分表所推得之 ME/DE 比值及飼料原料描述估算 ME。彙集各研究資料顯示可分析的文獻溫度範圍約 14 - 36°C（平均約 26.2°C），試驗期平均約 45 天，豬隻體重範圍約 14 - 101.5 kg；跨試驗豬隻平均日採食量 1,837 g/日、平均日增重約 702 g/日、飼料轉換率約 2.62 kg/kg。統合分析結果顯示：

1. 高溫效應呈非線性且具加速特性：

溫度對平均日採食量與平均日增重之影響並非單純線性，而呈曲線型變化：溫度越高，採食量與增重下降速度越快。此一「加速型下降」特徵對現場管理具有重要意義，顯示高溫端（例如 30°C 以上）的小幅升溫可能導致更顯著的生產損失。

2. 體重增加提高對高溫的敏感性

研究指出環境溫度與增重之交互作用顯著，顯示體重較大的豬隻對高溫更敏感（如圖1）。以 20 - 30°C 區間為例，依平均日採食量推估，每升高 1°C 50 kg 豬隻約下降 32 g/日，而 100 kg 豬可達 78 g/日。此一結果亦可用以解釋文獻中 40 - 80 g/日之差異範圍，因為豬隻體重差異本身即可造成顯著幅度差距。此外，估算豬隻耐熱臨界溫度（Critical Temperature, CT）分析顯示，平均日採食量的耐熱臨界溫度會隨體重增加而下降；即豬隻體重從 10 至 90 kg，豬隻臨界溫度可由約 30°C 下降至約 21°C，亦即育肥後期體重較重的豬可能在尚未達極端高溫時，即開始出

現採食與增重下降，使熱緊迫壓力更早出現。

3. 飼養方式、濕度及研究設計差異可能影響研究間異質性

統合結果顯示飼養方式（群飼/個飼）會影響平均日採食量的整體水平，群飼平均採食量較低，可能與飼槽競爭相關；然而飼養方式（群飼/個飼）的採食量不一定會隨溫度升高而增加。另相對濕度（Relative Humidity, RH）在資料中多低於 80%，因此統計上不顯著。然而這些不同試驗之豬隻環境溫度適應期、暴露時間及溫度是否波動等研究設計差異，皆可能是造成研究間異質性之來源。

4. 實務應用層面

在 20 - 30°C 的中度升溫區間，豬隻之飼料轉換率均相似，顯示增重下降主要由採食量下降所致。因此，凡能維持採食或降低熱負荷之管理與降溫措施（如通風、降溫、調整餵飼時段、提高營養密度、確保飲水供應及降低競爭）皆可能對維持生長表現具有直接效益。當溫度進一步升高而散熱效率可能開始惡化時，飼養管理策略更需以降低整體熱負荷為核心，進行更全面之環境改善（如圖2）。

結語

統合分析為一種以統計方式整合多篇研究證據之方法，可降低描述性回顧之選擇性偏誤，強調效果量與估計精準度，並可進一步解析研究間異質性與調節因子；然而其推論亦受限於納入研究品質、異質性程度及資料缺漏。將統合分析應用於「環境溫度升高對生長育肥豬生產表現」之議題，可得到較清楚的定量結論：高溫造成採食與增重呈加速下降，且體重越大敏感度越高、耐熱臨界溫度越低。此類證據不僅有助於更準確估計

熱緊迫造成的生產損失，亦可作為高溫季節及豬隻育肥後期之環境管理、營養調整與耐熱性研究設計的重要參考。

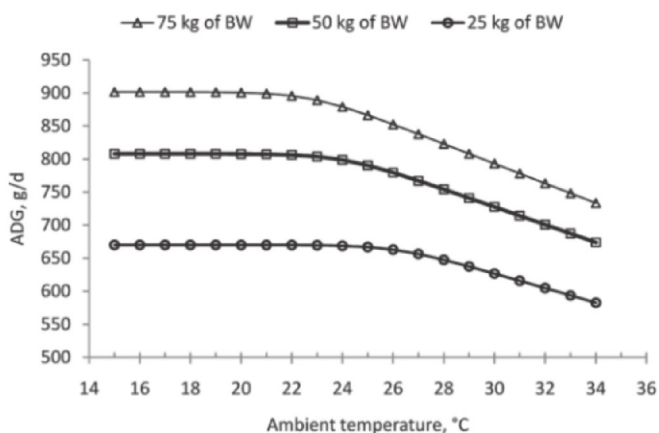
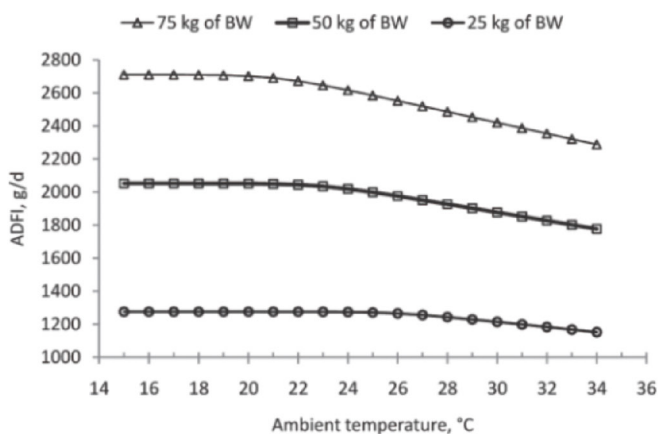
參考文獻：

Le Dividich, J., J. Noblet, P. J. Herpin, V. Milgen, and N. Quiniou. 1998. Thermoregulation. In *Progress in Pig Science*. J. Wiseman, M. A. Varley, and J. P. Chadwick, ed. Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK.

Scheidt S., P. Vavken, C. Jacobs, S. Koob, D. Cucchi, E. Kaup, D. C. Wirtz, and M. D. Wimmer. 2019. Systematic reviews and meta-analyses. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 157(4),392 – 399.

<https://doi.org/10.1055/a0751-3156>

Renaudeau D., J. L. Gourdine, and N.R. St-Pierre 2011. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *J Anim Sci.* 89 (7), pp.2220-2230. [ff10.2527/jas.2010-3329](https://doi.org/10.2527/jas.2010-3329)ff. fahal-02646507f



▲圖2. 畜試所黑豬群養情形示範。

圖1. 統合分析環境溫度與豬體重（25、50及75kg）對平均日採食量與平均日增重的影響，顯示高溫環境對體重較重的豬隻影響較大（Renaudeau *et al.*, 2011）。

強化蛋雞場電力韌性之 儲能系統應用與規劃

◎ 畜產經營組／丘昀融

前言

臺灣位處颱風帶與地震帶，每年夏秋常受颱風、豪雨、雷擊或地震影響，導致電力設施受損而發生停電。多數蛋雞場位於偏鄉農業區，一旦災後道路中斷，電力搶修往往無法即時完成，使禽舍長時間暴露於停電風險中。近年氣候變遷使極端高溫與強降雨事件日益頻繁，也進一步增加電力系統負載與中斷風險，蛋雞場如何提升電力韌性，已成為不可忽視的課題。

密閉式環控雞舍已是目前蛋雞產業的主要飼養型態，其透過隧道通風、負壓風扇及蒸發水簾等設備，維持舍內適宜的溫濕度與空氣品質。然而，這類環控系統高度仰賴穩定供電，一旦停電，通風與降溫設備即刻停止運作，舍內環境將在短時間內迅速惡化，對雞群造成嚴重壓力，甚至引發大量死亡與造成生產損失。

目前多數蛋雞場仍以柴油發電機作為主要備援電力來源，然而柴油發電機在停電發生後，需先完成預熱並運轉至穩定狀態，才能接續提供禽舍用電，且燃料成本負擔較高，難以單獨因應突發且頻繁的停電風險。

儲能系統係指利用電池將電力儲存於系統中，並於需要時釋放電力供設備使用之能源設備。其電力來源可為一般電網供電或太陽能光電系統等再生能源，於電力供應正常時將電能儲存於電池中，在停電或電力不足時即時釋放電力以供關鍵設備運作。

為強化蛋雞場在停電發生當下的即時應變能力，可透過導入儲能系統，於電力中斷時立即供應基本通風與關鍵設備用電，再由柴油發電機接續提供長時間備援，並搭配太陽能等再生能源，以降低耗油並提升能源自主性。透過完善的備援電力與儲能規劃，有助於蛋雞場在極端氣候與電網不穩定的情境下，維持生產安全並降低經營風險。

停電當下的即時防護

停電對密閉式水簾蛋雞舍最大的挑戰，在於環控設備一旦失去電力支撐，舍內環境可能在短時間內失衡。為降低停電初期的風險，農業部畜產試驗所(以下略稱畜試所)示範場導入一套總容量為 27 kWh 的儲能系統(圖1)，作為「即時橋接」的備援電力來源。

實測結果顯示，當電力中斷時，雞舍可在 20 秒內完成電源切換，由儲能系統接手供電，使關鍵設備持續運轉不中斷。以示範蛋雞舍配置為例，在 8 台排風扇全數運轉(總即時負載約 16.6 kW)的高負載情境下，儲能系統可維持約 1.5 小時的連續換氣；若採降載模式(約 6 - 7 kW)，則可支撐約 4 小時；在最低維生換氣量(約 3 kW)條件下，供電時間更可延長至約 8 小時。整體而言，儲能系統能有效補足停電初期的供電空窗期，爭取時間讓柴油發電機完成啟動並穩定供電。

結合太陽能的備援應用

除作為緊急備援外，太陽能與儲能系統的整合亦可提升蛋雞場在長時間停電或災後電力不穩定期間的支撐能力。示範場評估顯示，利用約 900 m 的雞舍屋頂空間，可設置約 136 kW 的太陽能系統，在一般日照條件下，每日可發電約 400 kWh，幾乎可支應整棟雞舍一日所需用電。即使在颱風侵襲期間，太陽能發電量大幅下降，推估仍可提供約 17% 的備援電力，並透過儲能系統於白天儲存、夜間釋放，減少柴油發電需求。

此模式可在多日停電情境下延長油料可用天數，降低補給中斷風險。對蛋雞場而言，太陽能搭配儲能系統不僅是節能設備，更是在極端天候或電網不穩定時，提升能源自主性與營運安全的重要輔助工具。

削峰填谷的日常運用

儲能系統的效益並不僅限於停電時使用，在日常用電管理上同樣具有實際價值。畜試所調查結果顯示，密閉式水簾蛋雞舍夏季用電以通風設備為主，排風扇耗電占比可達 87%，使高溫時段的用電負擔明顯增加。

在現行農場常見的電價制度下，透過儲能系統於離峰時段充電，並於白天高溫、尖峰用電時段放電支援風扇與水簾運轉，可有效降低尖峰用電量。以示範場模擬結果為例，在尖峰負載約 15 kW、尖峰時段 2 小時的情境下，透過儲能系統充放電調度，在理想操作條件下，每日約可削減約 30 kWh 的尖峰用電量。換算全年節省電費約 1-2 萬元。若進一步搭配屋頂型太陽能發電系統，於白天日照時段為儲能系統提供充電來源，將有助於擴大整體節費潛力。對蛋雞場而言，儲能系統不僅可作為備援電力，也能在日常用電中發揮實質效益，成為兼顧風險管理與成本控制的用電工具。

結語

隨著密閉式環控雞舍成為蛋雞產業的主要飼養型態，穩定供電已成為營運管理中不可或缺的一環。停電不僅可能造成雞群緊迫與生產損失，更可能在高溫季節帶來不可逆的風險。透過儲能系統、柴油發電機及太陽能的整合，蛋雞場可在停電發生當下維持關鍵通風，並在平時透過用電調度降低尖峰負載與電費支出，兼顧風險管理與營運效益。未來若能配合政策支持與示範推廣，將有助於提升蛋雞產業在極端天候與電網不穩定情境下的整體韌性與生產安全。

參考文獻

- Abdul Samad, A., Hamza, M., Muazzam, A., Ahmer, A., Tariq, S., and Javaid, A. 2021. A brief overview on ventilation and its role in poultry production. *JOBPCR*, 8: 65 – 83.
- Eberle-Krish, K. N., M. P. Martin, R. D. Malheiros, S. B. Shah, K. A. Livingston and K. E. Anderson. 2018. Evaluation of ventilation shutdown in a multi-level caged system. *J. Appl. Poult. Res.* 27: 555-563.



▲圖1. 畜試所密閉式水簾蛋雞舍示範場導入的儲能系統（紅色箭頭處）

臺灣乳業研究新視角： 於《Journal of Dairy Science》 探討熱緊迫對乳牛生產的影響

◎北區分所／楊明桂

◎遺傳生理組／涂柏安

前言

近年全球氣候變遷加劇，使乳牛遭受熱緊迫（Heat Stress, HS）之頻率與強度逐年增加。乳牛在高溫高濕環境下不僅會出現呼吸速率（Respiration Rate, RR）上升、出汗率（Sweating Rate, SR）增加、及食慾下降與直腸溫度（Rectal Temperature, RT）升高等生理反應，嚴重時更會造成功能衰退、泌乳量降低，甚至影響繁殖表現。臺灣地處亞熱帶，夏季高溫期長，使乳牛面臨HS的風險更為明顯。北區分所近期於國際頂尖期刊《Journal of Dairy Science》發表研究成果，針對不同泌乳階段乳牛之生理反應與泌乳量下降進行系統性量化，進一步提出更精準的溫濕度指數（Temperature - Humidity Index, THI）警示值並確立對應之乳牛熱緊迫生理指標閾值。此研究成果將有助於臺灣乳業在精準畜牧與智慧降溫管理上取得更具前瞻性的參考依據。

研究結果

本研究（Tu *et al.*, 2025）收集北區分所乳牛場832頭荷仕登乳牛資料，透過折棒迴

歸模型（Broken-Stick Regression）建立乳牛在不同THI條件下的生理反應特徵，並評估泌乳量於HS下之變化。

1. 泌乳牛對HS的敏感度高於乾乳牛（表1）：
：本研究顯示泌乳牛的RR、RT、SR閾值分別落在THI 66 - 70之間，皆明顯低於乾乳牛的閾值（THI 73 - 82）。此結果與國外文獻報告一致，泌乳牛因泌乳代謝熱高，使其對環境熱負荷更為敏感，而高產乳牛因攝食量增加，消化產熱（heat increment）亦同步上升，乾乳牛則因代謝產熱低、攝食量少、胎兒代謝熱較低，熱耐受力顯著較佳（Ouellet *et al.*, 2021）。
2. 嚴重熱緊迫（HS）條件下，泌乳中期乳量受影響最顯著（表2）：
：一般線性混合模型（General Linear Mixed Model）乳量模型分析結果顯示，在嚴重HS（THI 71）環境下，乳量下降幅度：以泌乳中期最顯著（-19.8%），其次依序為泌乳早期（-14%）及泌乳晚期（-13.2%）。此結果與Chen等

(2024) 報告結果一致，在嚴重HS環境，乳量下降最明顯出現在泌乳中期（泌乳第 61 - 150天）。主要原因包含：

(1) HS使採食量下降，直接限制合成乳所需的可利用能量；(2) 乳牛在高溫時將能量由「泌乳」轉向「散熱與維持」，造成乳量自然降低。

3. 生理指標反應以呼吸速率最敏感，直腸溫度反應慢：綜合研究結果可發現，RR最先上升，其次為SR增加，RT則最後升高。此生理反應順序符合國際研究指出的典型熱緊迫反應順序：(1) RR 是最即時的熱反應指標，每分鐘呼吸速率增加可迅速散熱，並常在 THI 65 - 70 即會發生；(2) SR 受濕度影響較大，高濕度條件會降低蒸發效率，使 SR 增加幅度有限，本研究顯示泌乳牛在達到 THI 67.5 後 SR 上升趨緩；(3) RT 屬於較慢反應指標，必須在呼吸與出汗率下降後才會顯著上升，故其閾值 (70.0) 高於 RR (66.2)

。上述生理指標的反應順序使得本研究的 THI 閾值更具生理意義，可供乳牛場作為預警系統設計的依據。

4. 臺灣 HS 期間長，一年超過 8 - 9 個月可能處於 THI > 67：資料顯示北區分所 THI 從 3 月開始上升並持續至 11 月，並有長達 9 個月均超過泌乳牛 RR 與 SR 閾值 (THI 66 - 67)。與其他研究地區比較，中國北部約為 3 個月 (7 - 9 月)，地中海地區則約 5 - 6 個月，美國佛羅里達則與臺灣類似約有 8 - 9 個月，顯示在亞熱帶地區熱緊迫已非季節性問題，而是近乎全年皆須面對之挑戰。

結語

綜上所述，本研究的貢獻在於首次以臺灣亞熱帶環境，量化泌乳牛與乾乳牛具體生理指標 THI 閾值差異，在 HS 衝擊所造成的乳量下降幅度 (13 - 20%) 與地中海、北美及中國北方的研究相近，亦可顯示 HS 是全世界酪農產業皆遭遇到之挑戰。此外，依本研究之結果可得知：泌乳牛 THI 66 及乾乳牛 THI 73 時已達 HS 閾值，需啟動降溫設施如風扇加噴霧。藉由監測 THI 數值再開降溫設施，除可延遲乳牛達 HS 之時間，亦有助於乳牛場提升能源使用效率，達到「精準降溫管理」之目的。

參考文獻

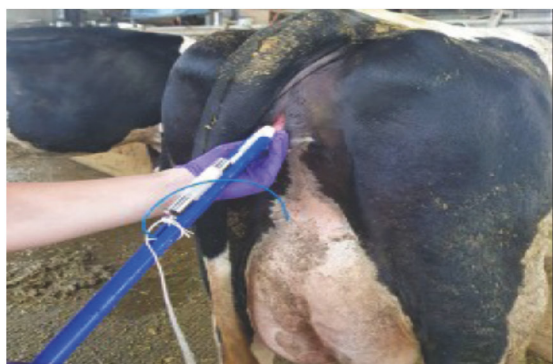
1. Chen, L., V. M. Thorup, A. B. Kudahl, and S. Østergaard. 2024. Effects of heat stress on feed intake, milk yield, milk composition, and feed efficiency in dairy cows: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 107:3207-3218.
2. Ouellet, V., I. M. Toledo, B. Dado-Senn, G. E. Dahl, and J. Laporta. 2021. Critical temperature-humidity index thresholds for dry cows in a subtropical climate. *Front. Anim. Sci.* 2:706636.
3. Tu, P. A., Y. H. Yeh, Y. H. Chen, J. W. Shiau, T. Y. Lin, T. Banhazi, and M. K. Yang. 2025. Stage-specific milk yield losses and associated sweating, respiration, and rectal temperature responses under varying temperature-humidity index thresholds in lactating and dry cows. *J. Dairy Sci.* 108: 2023-2035.

表 1、不同生理狀態乳牛（泌乳／乾乳）之熱緊迫（HS）生理指標 THI 閾值

生理指標	泌乳牛 THI 閾值	乾乳牛 THI 閾值	重點說明
呼吸速率（RR）	66.21	81.92	泌乳牛最早出現熱反應，顯示對 HS 高度敏感
出汗速率（SR）	67.52	73.00	泌乳牛於較低 THI 即啟動蒸散調節
直腸溫度（RT）	70.00	79.19	RT 為較慢反應指標，泌乳牛閾值顯著較低

表 2、嚴重熱緊迫（HS）下不同泌乳階段（DIM）之乳量變化

泌乳階段	HS 條件（THI \geq 71）乳量變化	影響程度
泌乳早期（DIM \leq 60）	- 14.0%	中度下降
泌乳中期（DIM 61 - 150）	- 19.8%	下降最顯著
泌乳晚期（DIM \geq 151）	- 13.2%	相對較低



▲圖1. 量測乳牛直腸溫度



▲圖2. 量測乳牛出汗率

豬場生物安全 為推動提升生產力 與預防疾病的關鍵核心

◎南區分所／林嘉敏

前言

生物安全（Biosecurity）攸關現代集約化養豬業育成率的關鍵要素，主要目的在減少病原體侵入和杜絕場內傳播，核心為避免病原體傳播。鑑於豬生殖與呼吸綜合症（porcine reproductive and respiratory syndrome, PRRS）或豬流行性下痢（porcine epidemic diarrhea, PED）等疾病造成豬隻育成率偏低的挑戰，推動豬場生物安全的重要性日益增加，可以大幅提升豬場生產力並減少繼發性細菌感染，進而降低抗生素使用需求。

生物安全的基本架構與流行病學基礎

有效的生物安全計畫，需以疾病的流行病學知識為基礎，特別是傳播途徑、病原體在環境中的穩定性，以及媒介物和載體的作用，必須掌握傳播方式與風險，才能有效的緩解疾病傳播。生物安全措施主要分為外部生物安全和內部生物安全兩大類分述如下：

外部生物安全：引進豬隻之嚴格隔離檢疫與人員、車輛與環境媒介的管控

外部生物安全旨在阻止「來自外界的危險」。引進動物是新病原體引入的最高風險途徑。為管理此風險，最有效的措施是設計和管理良好的隔離檢疫措施。隔離區應作為

生物圍堵單位，達到與主農場完全隔絕。隔離期長短則以目標疾病的潛伏期、傳染期及診斷所需時間，作為判斷的依據。

人員和車輛是引入疾病的重要途徑，必須建立明確的清潔區和污染區界線，所有進入清潔區的人員和車輛都須經過消毒淨化，農場應設置周邊圍欄和外部停車區，飼料桶和死豬收集點最好設置在場區外圍，避免車輛進入，人員進入須通過人員管制區，更換專屬工作服和鞋子，若為高等級措施更包括強制淋浴與更衣，此外，也須管控鄰近的野豬、嚙齒動物及鳥類等之入侵，設置堅固圍欄、防鳥網並封閉飼料桶，杜絕可能傳播的媒介。

內部生物安全：豬群管理與設施衛生

內部生物安全旨在減少病原體在場內傳播，預防措施包括豬群管理與疫苗注射、設施衛生、清潔與消毒等。首要目標是控制動物流動，避免不同年齡層混養，嚴格執行統進/統出系統，配合對設施的清洗和消毒，已被證實能有效減少病原體於場內循環，並降低抗生素用量。另外健康不良豬隻的管理亦是十分重要的工作，發現異常豬隻應先行隔離並報請獸醫師進行診療，及早發現生病豬隻及早治療，才能讓豬隻能儘早恢復健康。

日常飼養管理的工作流程應遵循豬群流動方向，從年幼到年長，如產房至肥育場；環境衛生方面，最基本的是清洗和消毒豬欄，清洗步驟必須先移除有機碎屑，接著用肥皂水清洗，然後沖洗和乾燥，最後才進行消毒，僅清洗程序就能去除超過 90% 的微生物，大幅提升後續消毒的效果。

結語

生物安全是現代養豬業的基石，唯有健全生物安全措施，才能提升豬隻動物福利、農場生產力及公共衛生，有效的生物安全計畫需要人員與設施持續的努力與優化，不遺漏任何相關的細節，特別是在內部生物安全及人員作業規範方面，結合流行病學知識、量化評估與社會學等跨學科合作，將有助於實現更精準、更具永續性的生物安全計畫。總而言之，生物安全系統如同一個複雜的保險箱，外部屏障是第一層鎖，而內部管理則是後續保障，而且需要所有鎖都發揮有效的運作，才能最大限度地降低豬隻罹病的風

險，有效提升豬隻的生產力與改善育成率。

參考文獻：

Alarcón, L. V., A. Allepuz, and E. Mateu. 2021.

Biosecurity in pig farms: A review. *Porcine Health Management*. 7(1): 5.

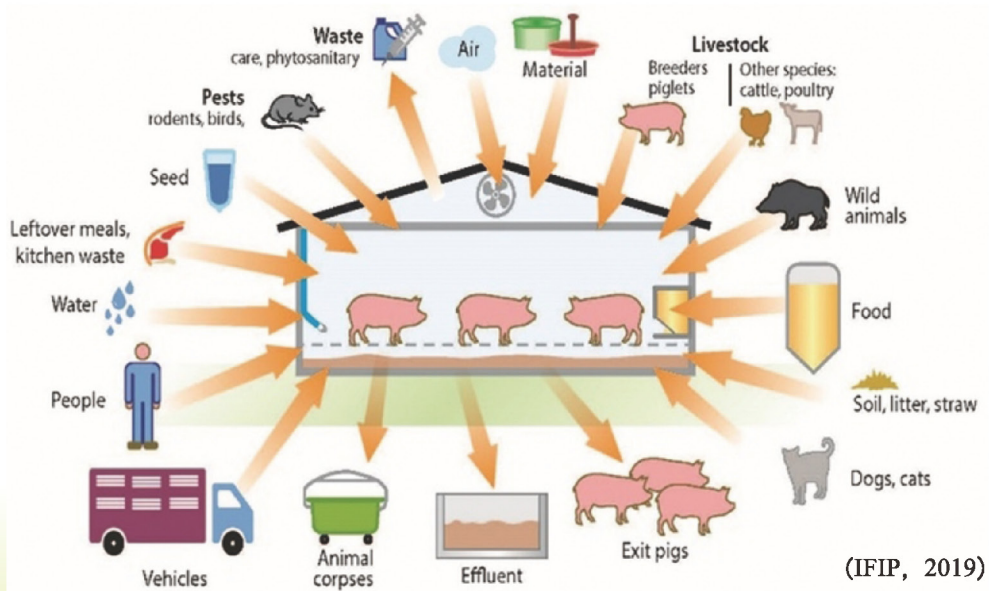
<https://doi.org/10.1186/s40813-020-00181-z>

Laanen, M., D. Persoons, S. Ribbens, E. De Jong, B. Callens, M. Strubbe, D. Maes, and J. Dewulf. 2013. Relationship between biosecurity and production/antimicrobial treatment characteristics in pig herds. *Vet. J.* 198(2):508 - 512.

<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.08.029>

Scollo, A., A. Perrucci, M. C. Stella, P. Ferrari, P. Robino, and P. Nebbia. 2023. Biosecurity and Hygiene Procedures in Pig Farms: Effects of a Tailor-Made Approach as Monitored by Environmental Samples. *Animals* 13(7): 1262.

<https://doi.org/10.3390/ani13071262>



▲圖1. 畜牧場的主要生物安全風險

創新育成培育系列報導 - 高肌內脂肪雞種選育

◎技術服務組／梁世祥、劉彥均

◎遺傳生理組／吳明哲、林德育、朱家德

◎畜產加工組／陳文賢、李孟儒

育成廠商介紹

坤諦生技股份有限公司（以下簡稱坤諦生技）是農業部畜產試驗所創新育成中心（以下簡稱畜試所創育中心）進駐廠商（圖1）。坤諦生技自2016年成立以來，深耕於臺灣土雞產業的轉型與升級，建立一套從種雞選育、種蛋孵化到成雞飼養管理的完整生產鏈，公司核心願景是將臺灣有色土雞推向國際，期許全世界都能認識臺灣土雞的優質與風味特色。坤諦生技的經營理念是堅持品質至上，落實理論與實務並重的用人管理哲學，團隊成員更是包含畜牧飼養、品種培育及經營研發等多個專業領域，為公司穩健經營和技術創新提供堅實的後盾。為落實建立科學化育種飼養管理，公司長期投入資源改善培育技術，希望能篩選出兼具市場消費需求與在地特色的優良雞種。坤諦生技已建立穩定的產銷供應體系，產品不僅嚴格控管落實無藥物殘留，更獲得 ISO 22000 和 CAS 等食品安全認證。透過與各大連鎖超市

與量販通路的合作，坤諦生技將從產地到餐桌的臺灣風味土雞品牌故事，轉化為對消費者食品安全和風味保證的優良土雞產品，成為臺灣土雞市場的領導品牌。

培育成果介紹

面對以往土雞生產過度追求生長速率而忽略肉質風味的產業現狀，坤諦生技秉持品質至上的初心，決心從源頭育種發起變革，將研發核心鎖定在決定風味關鍵的肌內脂肪含量。透過進駐畜試所創育中心，與專家輔導團隊展開腦力激盪和深度技術合作，建立一套結合科學資訊與實務選拔管理的系統化土雞選育流程。本次培育成果歷經從 G0 到 G5 代的科學選拔與基因檢測，同時也進行生長性狀與屠體性能的全面分析，篩選出高肌內脂肪的優質凱馨桂丁土雞品系（圖2），有助於提升坤諦的品牌競爭力，更引領臺灣畜禽產業邁向新的里程碑，為進軍國際市場奠定厚實的基礎。



▲圖1. 畜產試驗所黃振芳所長（左2）與坤諦生技股份有限公司吳瀚場長（右2）和遺傳生理組輔導顧問：林德育研究員（左1）和朱家德助理研究員（右1）於創新育成中心進駐期滿畢業合影。



▲圖2. 高肌內脂肪凱馨桂丁土雞。

創新育成培育系列報導 - 乳牛場自動餵飼設備之研發

◎技術服務組／施意敏、劉彥均

◎遺傳生理組／涂柏安

◎畜產經營組／范耕榛、賴京佑

育成廠商介紹

川介企業股份有限公司（以下簡稱川介企業）是農業部畜產試驗所創新育成中心進駐廠商，並於2月11日通過畢業審查，進駐期滿順利完成培育項目，並與程梅萍副所長及輔導顧問合影留念（圖1）。川介企業的業務內容包括鐵製品設計、加工和多元化產品研發及一般進出口貿易業務，主要產品以外銷市場為主。面對農業機械化與淨零排放之發展趨勢，公司將研發重心延伸至農業與畜牧場域設備，著力於電動車架及農作、畜舍用電動載具之開發，以電力取代石化燃油動力，降低碳排放，提升農業生產的永續性，同時也為因應農業人口老齡化與人力短缺問題，提供有效之機械化解決方案。

培育成果介紹

乳牛產業長期依賴人工進行各項餵飼管理作業，且相關設備多以進口為主，導致成本居高不下，且維修費用較高。面對產業痛點，川介企業決定投入國產自動餵飼設備的

開發，致力於研製適合國內牧場需求的電動自動餵飼車，以全面提升牧場的作業效率。川介企業透過與本所專業輔導團隊攜手合作，結合乳牛產業知識與工程設計的研發方向，針對乳牛場餵飼作業流程與管理需求，制定自動餵飼車的核心設計原則，所開發之電動自動餵飼車採電動化設計（圖2），搭載無刷馬達與鋰鐵電池系統，具備重量較傳統設備減輕約30公斤、能耗降低、續航時間長及維護容易等優勢；同時設備體積縮小、機動性提升，利於在牧場場域中靈活穿梭，有效提升作業效率並降低人為操作風險，規劃兼具實用性與經濟效益的設備方案，以確保研發成果能有效貼近牧場端運作情境。此培育計畫之成果除了有助於提升國產農業機械設備的整體競爭力，還為降低國內乳牛飼養成本強化產業自主性提供了有力支持。面對未來乳品市場的進口商品競爭，有望促進本土乳牛產業的可持續發展並增強其應變能力。



▲圖1. 畢業合照



▲圖2. 乳牛場電動自動餵飼車



▲第一季學術研討會「因應氣候變遷之跨域調適治理與科研協作建構」綜合座談(2026年3月18日)



▲家禽生殖生物學國際交流研討會(2026年4月10日)



▲2026邁向母豬群養系統-如何輔導畜牧場提升動物福利國際論壇(2026年4月24日)

畜產專訊展售處

- 國家書店松江門市
- 五南文化廣場台中總店
- 國家網路書店 (<http://www.govbooks.com.tw>)

ISSN 1021-3082



9771021308000

每本定價20元