

開發資通訊技術，臺灣農業再升級

全自動智慧擠乳機系統： 有效預防乳牛乳房炎發生

李國華¹

壹、前言

養乳牛是一資本、勞力、知識及技術密集的產業，365天全年無休、

每天都要進行牛群飼養、繁殖與擠乳等例行工作，是工時長且非常辛苦的一門行業。同時加上我國乳牛產業正面臨酪農人力老化、酪農第二代之接

1 註 1：行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

班意願不高、缺工、勞動力不足、養牛資訊無法整合等瓶頸，近 20 年來臺灣乳牛場的平均飼養牛隻規模擴增達 50%，平均飼養頭數約 200 頭左右，乳牛場 200 頭以下占約 60%、200 ~ 400 頭約 36%，400 頭以上約 4%。因此，當乳牛群經營規模愈大愈需協同人機輔具進行每日之牛乳生產管理。現代乳牛產業已由機械化進展到自動化與智慧化，從生乳 2.0、3.0 發展至 4.0，可一窺其發展的軌跡。而乳牛產業進入機械化時代，其最重要的關鍵與推手就是擠乳機的發明。回顧乳牛擠乳機的歷史，概括分為 3 大類型，第 1 類型為插管式擠乳機，為最早出現的機型，利用管子插入乳牛乳頭導引牛乳流出。第 2 類型為擠壓式擠乳機，為利用杯狀或袋狀器具罩住乳頭或乳房施壓，導引乳汁流出。第 3 類型為真空式擠乳機，是以抽氣產生真空方式將乳房內的牛乳吸出，其原理相類似於仔牛在吸吮乳頭的動作，僅此第 3 類型真空式擠乳機真正被開發成商品並延用至今，亦是現代各式擠乳機（魚骨式、賽馬式、圓盤式及機器人式）之共通運作原理。

貳、乳牛乳房炎之簡述

臺灣與全世界乳業先進國家一樣仍深受乳牛乳房炎的困擾，乳房炎更是造成臺灣乳牛淘汰原因之首，致引發嚴重的經濟損失，這些項目包括牛乳產量減少、藥物治療期間牛乳的廢棄、藥品費、獸醫治療費及額外勞力支出等，甚至造成牛隻死亡。根據美國國家乳房炎委員會（National Mastitis Council）估計，美國每年因乳房炎所導致的乳量損失超過 10 億美元，平均每頭牛因乳房炎造成的損失約 200 美元。乳牛會罹患乳房炎的原因很多，包括人、牛、病原微生物、飼養管理及環境等交互作用所致，其中最主要原因還是由細菌感染乳腺引發炎症反應而造成乳房炎，被感染的



牛隻個別辨識系統與系統操作面板。

乳房呈現紅、腫、熱及痛之臨床症狀，所擠出的乳汁可呈現結塊、片狀、帶血或水樣化等異常牛乳性狀，以及該乳牛的牛乳產量銳減。此外，乳中鈉離子和氯離子濃度會增加，而鉀離子和乳糖濃度會減少，利用這些成分的摩爾濃度 (Mol) 的變化，若乳汁電導度值在 63×10^{-4} 姆歐 (mho) 以上時則判定為乳房炎。除有出現臨床性的乳房炎外，也會出現次臨床性乳房炎，其乳房外觀不會呈現上述之臨床症狀，無法用肉眼進行判斷，必須藉由分離生乳中之病原菌或檢測生乳中之體細胞數來判斷。在免疫學上，

生乳中的體細胞數 (Somatic Cell Counts, SCC) 的多寡與乳腺發炎的程度有一定的相關，而體細胞數定義為每毫升牛乳中所含之乳腺上皮細胞及白血球 (嗜中性白血球、巨噬細胞、淋巴細胞) 的總數量。因此生乳中的體細胞數亦被廣泛應用作為乳房健康與生乳品質的指標之一。國際乳業聯盟 (International Dairy Federation, IDF) 明確指出，生乳中的體細胞數可視為診斷乳房炎的指標之一，當體細胞數超過 50×10^4 細胞數 / 毫升 (cells/mL) 時則被視為已感染乳房炎。



乳牛自動化擠乳系統之線上乳量計、導電度、體細胞數計量分級與乳杯自動脫落裝置。

參、智慧擠乳機系統監控乳牛乳房炎

雖然乳牛乳房炎造成酪農重大的經濟損失與困擾，但是它可以透過正確的擠乳程序與衛生管理將乳房炎發生率控制至最低，因為牛隻進行擠乳時，乳牛乳頭開口的括約肌是打開的，是細菌最易入侵乳房組織的最佳時機。這些造成乳房炎之細菌其源自哪裡呢？其實它所涵蓋的範圍相當的廣，包括：一、擠乳人員的手；二、已感染乳房炎之牛隻；三、健康牛隻的體表，包括乳頭、皮膚、毛髮、鼻腔與生殖道分泌物等；四、環境，包

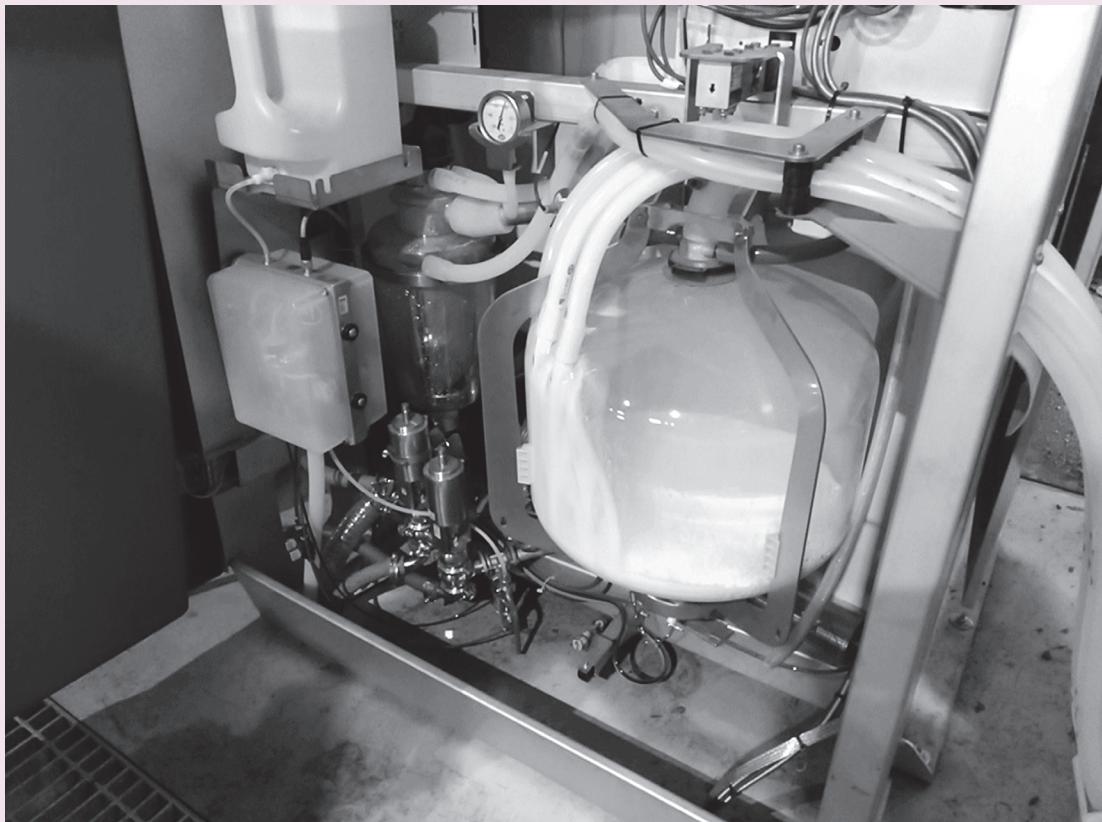
括糞便、牛床墊料、土壤、水；五、遭細菌污染之器具，包括擠乳之乳杯、乳頭藥浴杯等；六、蒼蠅等昆蟲。此外，擠乳工作人員及擠乳機運作對乳牛乳房健康的影響很大，在一泌乳牛群中所有新感染乳房炎牛隻，50% 歸咎於不良之擠乳作業，例如過度擠乳，乳頭開口容易受傷，細菌就更加容易入侵到乳頭組織，繼而造成乳腺感染而得到乳房炎了。正確的擠乳程序主要包括以下步驟：一、提供牛隻清潔沒有緊迫的環境；二、檢查乳房及前乳是否有乳房炎；三、以消毒液清洗乳頭及乳房底部；四、（選擇性）



機器人擠乳機（全自動擠乳系統）。

擠前藥浴；五、將乳頭徹底擦乾；六、在1分鐘內套上乳杯；七、乳杯取下前將低壓關閉；八、以安全有效的藥水藥浴乳頭。拜科技之賜，現代的乳牛擠乳機系統應用許多RFID與感測器等系統，將機械化的同時進入自動化與智慧化，例如牛隻個別辨識系統、線上乳量計、導電度感測器、體細胞數計量分級、乳杯自動脫落、擠乳後乳頭自動消毒、自動分流柵門、擠乳站自動餵食及牛群管理軟體等，彙整每頭牛的個別資訊紀錄，更加有效監控乳牛乳房炎。概述如下。

一、線上乳量計，自動量測與紀錄每頭牛隻每次擠乳的乳量；二、導電度感測器；三、體細胞數計量分級，將3者的資料互相整合，當牛隻新感染乳房炎時，乳量銳減、牛乳導電度及體細胞數上升，系統可發出警訊，達即早發現即早治療之效；四、乳杯自動脫落，透過擠乳收獲的速率，判定牛隻擠乳完成精準自動乳杯脫落，達避免乳頭過度擠壓與受傷情形，進而降低乳房炎的發生率；五、擠乳後乳頭自動消毒，有效防止外界細菌入侵乳頭開口；六、自動分流柵門，將



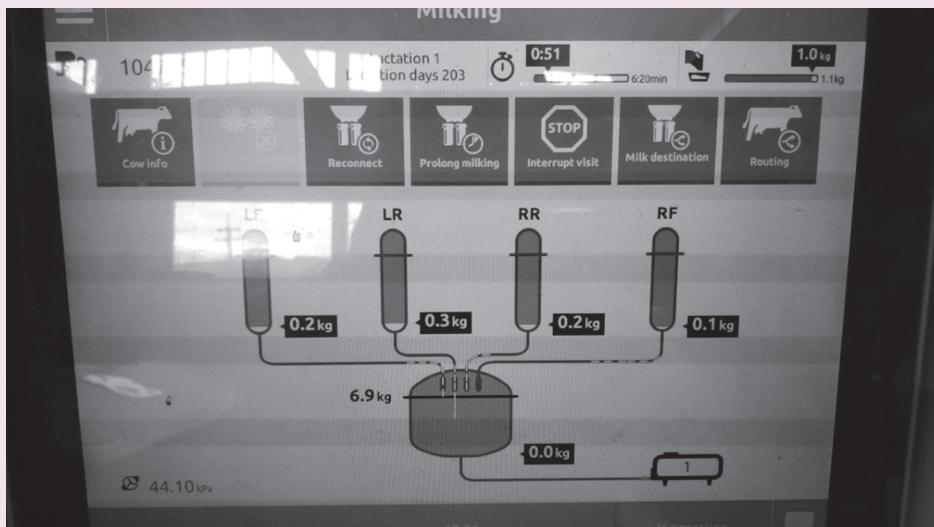
機器人擠乳機之線上乳量計與集乳缸。

有乳房炎牛隻自動分流至隔離欄，精準進行治療，提高治癒率。

肆、結語

對酪農而言，最希望能被機器代勞的就是擠乳，除全年無休外，每天早晚執行2次的擠乳是最花時間的工作，約占牧場全部勞動力的25%～35%左右。現代化的智慧擠

乳機系統推陳出新，以機器人擠乳機（全自動擠乳系統）來替代酪農傳統擠乳機系統已經實現，它也同時具備傳統擠乳機自動監控乳牛乳房炎的功能，相信不久的將來，會有更多的新科技來控制乳房炎與監控乳牛的整體健康，取代人類的手、腳、眼與耳功能，並達牛乳安全、品質及永續發展之目標。



機器人擠乳機之系統面板顯示每個分房之擠乳量。

