

自動擠乳系統（AMS）之乳產量估算技術與產業應用

◎北區分所／郭雅心、葉亦馨、王思涵

前言

隨著精準畜牧技術的發展，自動擠乳系統（Automatic Milking Systems, AMS）已成為現代乳牛場提升管理效率的重要工具（圖1、圖2）。與傳統每日固定兩次或三次的人工擠乳不同，AMS的核心特色在於牛隻能根據自身的生理節奏自由決定擠乳時間。然而，這種「不固定擠乳間隔」的特性，使得如何將片段的數據準確換算成標準的「24小時乳量」成為一項挑戰。為了確保乳牛群性能改良（Dairy Herd Improvement, DHI）資料收集與選育數據的準確性，建立一套標準化的計算流程已成為乳業先進國家永續發展的重要研究方向。

AMS 乳產量估算之生理特性與技術瓶頸

在自動擠乳系統中，乳牛的產量與乳成分（尤其是乳脂肪率）會受「擠乳間隔（milking interval）」的影響。研究指出，乳汁的分泌速率並非恆定，且乳脂肪率通常與產乳量呈反比關係（Quist *et. al*, 2008）。

這使得AMS乳產量估算在實務應用上產生了兩大技術瓶頸：首先，是數據的變異性較大，擠乳的數據容易受到牛隻當下的採食行為、反芻狀態或環境壓力影響，若僅憑單次採樣點進行換算，其數據往往無法真實代表該牛隻的真實乳產量；其次，相較於乳蛋白質率與體細胞數受擠乳間隔影響較小，乳脂肪率在不同時間的波動較大，必須建立精密的數學模型來排除時間所產生的誤差，這與傳統擠乳系統於固定間隔擠乳的換算邏輯完全不同。

影響 AMS 乳產量計算成敗之關鍵因子

根據國際畜政聯盟（International Committee for Animal Recording, ICAR）的最新指南，要確保AMS數據的精確度，必須從採樣頻率、計算模型及數據過濾三方面著手。在測量期間的跨度上，為了將隨機誤差極小化，理想的做法是收集過去96小時（連續4天）內的所有擠乳資料來計算平均值。研究證實，當採用4天以上的平均值時，估算值與真實乳產量的相關性可達到0.989（ICAR, 2023）。若因設備限制無法取得多日數據，則應至少採用「當次加上前12次」的擠乳紀錄進行加權平均。此外，擠乳間隔的長短也是影響準確度的核心，因此數據的篩選與校正機制也至關重要；指南上建議擠乳間隔短於4小時的樣本，將不被採納進行乳成分分析，因為這類樣本的表現極不穩定，會嚴重誤導24小時總乳產量的計算結果（Peeters and Galesloot, 2002）。在乳成分預測方面，目前傾向採用結合「胎次、泌乳階段及乳蛋白質/乳脂肪比率」的複雜多變項模型，藉此更精準地修正乳脂肪率的偏差。

AMS 技術之應用潛力與未來發展方向

精確的乳產量估算技術在牧場經營實務上具備高度應用潛力，除了協助酪農監控個體牛隻健康外，更能以此作為牛隻選拔的重要參考依據，提升種牛選育的可靠性。此外，當24小時乳量與乳固形物（乳脂肪與乳蛋白質）產量能被精確預測時，數據可即時回饋至自動給料系統，酪農可即時調整個別

牛隻的飼糧，以達到精準營養管理的目標。

AMS之24小時乳量估算技術未來若與DHI結合應用，能提供比傳統擠乳系統每月人工採樣更為頻繁的監控，朝向「多日滾動平均（Multi-day Moving Average）」的自動化演算發展，即使在牛隻泌乳初期或末期等生理劇變階段，也能透過演算法的彈性調整，維持產能紀錄的一致性與真實性。

結語

自動擠乳系統的普及為乳業生產提供了更多元管理方式。從早期的單次數據換算，演進到如今結合多日平均與生理參數修正的精準估算，這不僅是統計方法的演進，更是對乳牛生理特性的深度理解。透過優化24小時乳量的估算流程，並整合現場實務操作經驗，將有助於建立更客觀的產乳性能評估體系，讓乳業在自動化設備導入的過程中，能

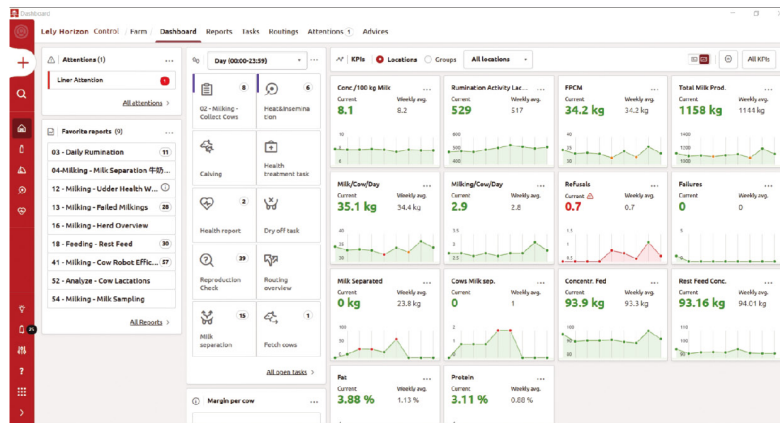
透過數據回饋達成有效率之生產管理，並帶動產業升級。

參考文獻

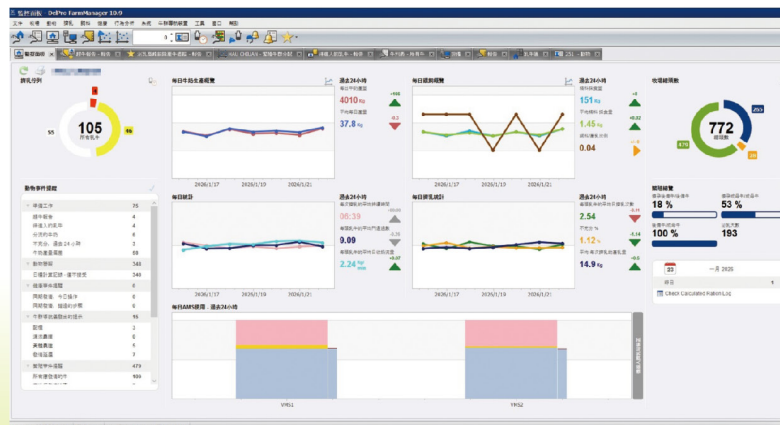
ICAR. 2023. Procedure 1 of Section 2: Computing 24-hour Yields. Version June, 2023.

Peeters, R. and P. J. B. Galesloot. 2002. Estimating daily fat yield from a single milking on test day for herds with a robotic milking system. J. Dairy Sci. 85(3): 682-688.

Quist, M. A., S. J. LeBlanc, K. J. Hand, D. Lazenby, F. Miglior and D. F. Kelton. 2008. Milking-to-Milking Variability for Milk Yield, Fat and Protein Percentage, and Somatic Cell Count. J. Dairy Sci. 91(9): 3412-3423.



▲圖1. LELY自動擠乳機器人資料介面



▲圖2. DeLaval自動擠乳機器人資料介面