

乳糖作為牛隻健康及繁殖效率的指標

酪一課 劉祐廷

我們將精準畜牧業（**Precision livestock farming, PLF**）定義為使用即時監控的技術來管理最小的生產單位，簡單來說，透過現行的感測器，我們可以將牛隻從群體管理下，細緻到個體動物。

PLF 精準管理技術，在提供農民相對應的管理設備後，可以為其創造龐大的潛在利益，並且改善動物福利、飼養效率及健康，並且改善對環境的衝擊。

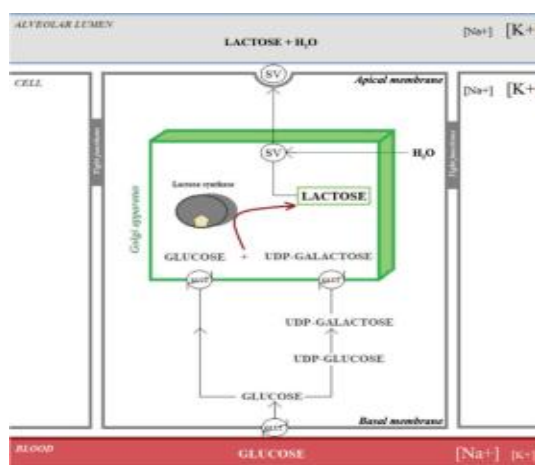
例如：我們使用自動擠乳機器系統(AMS)，是一種最新的擠乳技術，可提供更頻繁的擠奶次數，同時減少對人力的需求。同時與過去傳統的擠乳技術相比，可以收集到更多牛隻的相關訊息，譬如可以收集有關乳房健康、繁殖狀態、產奶量、採食量和體重的數據，因此對於個別牛隻的管理及監測，能夠更佳精準。

乳糖同時也被作為一項健康管理的指標數值，乳糖濃度對於牛隻分娩後及再次受孕的機會有著高度正相關的關係，不僅如此脂肪與乳糖的比率還能作為亞臨床和臨床酮症的指標，並且作為能量平衡的指標之一。

乳糖對牛奶的能量價值有貢獻，如 Tyrrell 和 Reid(1965) 的公

式所示：總能量輸出 (MJ/kg) = $[0.384 \times \text{脂肪}\% + 0.223 \times \text{蛋白質}\% + 0.199 \times \text{乳糖}\% - 0.108] \times \text{產乳量 (公斤)}$ 。

乳糖生物合成途徑



乳糖是經由乳腺上皮細胞基底膜吸收的血糖所合成（Osorio et al., 2016）。在泌乳期間，大約 20% 的血中葡萄糖會轉化為乳糖（Cant et al. 2002 年；Rigout et al., 2002）。乳糖與礦物質（Na、K 和 Cl）一起有助於血乳屏障的平衡，是血液和肺泡腔之間的主要滲透壓調節。乳糖決定肺泡中的吸收水量，從而決定了產乳量（Fox et al., 2015）。一旦乳糖被高爾基體合成，它就會被裝入分泌囊泡中。這裡 LP 決定強烈的滲透壓，因為這種二糖不能穿過囊泡膜；需要水進入分泌囊泡並建立平衡。

乳房炎是乳牛常見的疾病之

一，對乳牛產業造成巨大的經濟損失。乳房炎通常由細菌感染或擠奶時造成之發炎現象。這種疾病會對牛奶的物理化學特性、成分和產量產生負面影響。這些變化歸因於發炎過程和負責乳汁合成的上皮細胞損傷導致的血管通透性變化，以及受感染乳腺中體細胞或微生物酶的作用。

因此作為乳房健康指標時，在臨床和亞臨床乳房炎期間，乳糖濃度降低，而體細胞數（SCC）增加，由於乳房的發炎，導致乳糖濃度的降低，同時透過導電度（EC）也發現到，當乳糖濃度高時，導電度（EC）下降體細胞也有顯著的降低。透過觀察，發現當體細胞數從 3 萬 1/mL 增加到 45 萬/ mL，乳糖濃度從 4.86% 降低到 4.69%，主要造成乳房炎期間乳糖%的減少有 3 個主要原因：1. 由於發炎和感染損害分泌細胞，導致合成部位受到影響；2. 由於緊密連接的破壞和分隔血液和乳汁的乳腺細胞基底膜的滲透性改變，導致部分乳糖透過尿液中流失；3. 乳房炎病原菌利用乳汁中的乳糖作為底物，降低乳糖，從而導致乳汁中的乳酸增加（pH↓）。在乳腺組織發炎期間，滲透壓平衡透過 Na^+ 和 Cl^- 的增加來維持；特別是，來自細胞外高濃度的 Na^+ 環境是導致牛奶電導率和鹹味增加的主要離子這是由於當 tight junction 的通透性增加導致乳糖流至血管，及乳糖分泌減少所致。

乳糖作為代謝紊亂的生物標記，乳牛的血糖和能量平衡與乳糖百分比呈正相關（特別是高產品種），乳糖水平較低（<4.70%）且牛奶 F/P 比率處於區間（<1；>2）的乳牛確實會增加代謝紊亂（亞臨床酮症和酸中毒）的風險。由於泌乳初期能量負平衡，乳脂肪含量增加，隨後乳蛋白含量下降，這使得 F/P 比值成為代謝紊亂檢測的良好指標。

乳糖高的好處，乳牛的活動度更好（增加 54.47%↑），且亞臨床酸中毒（SARA）的風險較低（瘤胃 pH 值升高 2.52%↑，反芻時間延長 9.86%↑），增加反芻時間會激活唾液的產生，唾液由無機緩衝液組成，可中和發酵過程中產生的有機酸，活動度的上升也歸咎於瘤胃的穩定。

現實中我們該如何把乳中的乳糖濃度拉高呢？

- 擠奶後，請勿趕水，若要趕奶，可透過廠商改由氣動方式趕奶。
- 榨乳機清洗後，應確實將榨乳系統內之殘餘水排空，尤其乳桶、集乳缸、乳杯座等。
- 改善牛隻產後代謝性疾病（脂肪肝、酮症）。
- 牛隻體內可利用糖分不足，應與營養師討論後進行修正。
- 改善牛隻乳房炎（傳染性或非傳染性）。