

使用擠乳機器人的餵飼策略

新竹分所 陳怡璇 陳一明 李國華編譯

每個酪農場的餵飼策略目標大都以最低飼養成本，並兼顧牛乳產量及乳牛健康為目的。目前大多數牧場是採用完全混合日糧(Total Mix Ration, TMR)進行牛群餵飼，但對於擠乳機器人的牛群，則需調整成部分混合日糧(Partial Mix Ration, PMR)餵飼。PMR 包含乳牛每日所需的所有的草料、副產物和一些精料，並搭配擠乳機器人(簡稱機器人)額外給予精料。

什麼誘因將乳牛引導到機器人？

機器人主要透過顆粒狀的精料引誘乳牛主動且持續地進入機器人內。但是，乳牛到機器人的次數不僅取決於機器人所提供的精料，還取決於 PMR、牛群的飼養管理、乳牛使用機器人時的舒適度、乳牛健康狀況與乳牛間的社交互動。在美國明尼蘇達大學的一項調查，營養學家指出，機器人所提供的精料品質和 PMR 成分的穩定性是促成使用機器人成功的兩大主因。

學者們指出(Rodenburg and Wheeler, 2002)，牛群在機器人中自由選擇的動線(free flow)下，飼餵高品質的精料較飼餵低品質的精料，

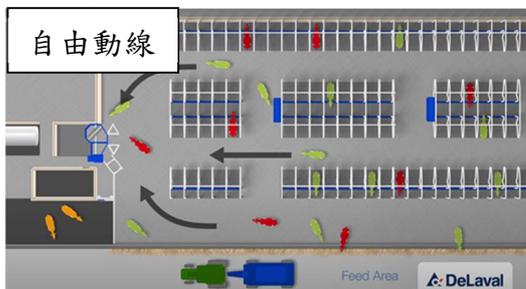
每頭牛隻自願擠乳次數可從 1.72 次/天增至 2.06 次/天。學者也觀察到，新設置機器人時，營養專家和酪農若研發出高品質的精料顆粒配方，可更成功鼓勵並吸引乳牛自願進入擠乳。許多酪農也提到，甚至 PMR 的濕度發生微小變化、PMR 的穩定性(如草料長度)以及草料品質的改變都會影響牛隻自願擠乳的次數。

若配方未能即時依草料或其他原物料的水分進行調整，可能會減少乳牛的擠乳次數，擠乳次數下降不僅會降低牛乳產量與增加未能在場主設定的間隔內自願進入擠乳的乳牛數(fetch cow)。fetch cow 的數量增加可能會影響其他牛隻的行為，促使牛群擠乳次數更為下降，進而導致牛乳產量銳減。保持一致穩定的配方與飼餵管理至關重要，以維持最少的 fetch cow 數量，保持高牛乳產能。

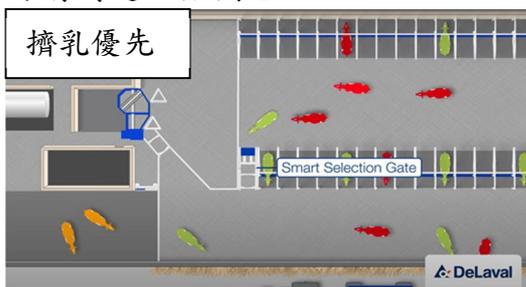
擠乳優先(milk first flow)或餵飼優先(feed first flow)的牛群動線與牛隻自由選擇的動線(free flow)有什麼區別？

牛隻自由選擇動線的設計是讓乳牛可以不受限制地進入牛舍的所有區域；擠乳或餵飼優先的牛群動線

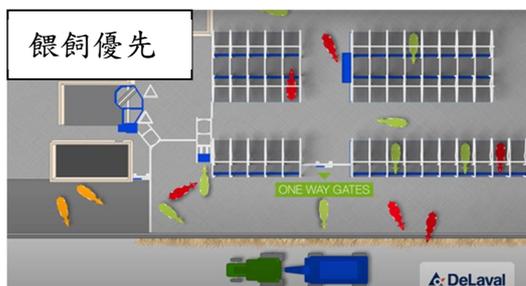
則利用閘門將乳牛引導至擠乳、餵飼或休息區域。



擠乳優先的牛群動線中，乳牛離開休息區時必須先通過閘門，讓系統判定乳牛是否有資格進行擠乳。如果滿足已設定的擠乳條件，乳牛將被引導至機器人的擠乳區域。如果乳牛沒有符合擠乳的條件，則只能通過單向閘門進入餵飼區。



在餵飼優先的牛群動線中，牛群動線的設計則與擠乳優先相反。乳牛吃完 PMR 後，進入閘門，由系統判定是否有資格擠乳，閘門將依據條件引導乳牛至擠乳的區域或休息區。



酪農對動線的評價及學者們的觀察表示，擠乳優先的動線在美國乳業高產量的需求中較具優勢。在餵飼優先的動線中，乳牛會傾向在餵飼區吃 PMR，即使被引導至擠乳區，也會站在擠乳區咀嚼反芻不主動進到擠乳站擠乳。

牛隻自由選擇動線的餵飼策略

另根據學者的調查顯示，牛隻自由選擇動線的餵飼策略與擠乳或餵飼優先的牛群動線有所不同。

在自由選擇動線中，透過機器人提供的精料量為 2 至 25 磅/牛/天 (0.91 至 11.34 公斤/牛/天) 平均為 11.2 磅/牛/天 (5.08 公斤/牛/天)。PMR 提供的營養是牛群平均乳量少 10 到 30 磅 (4.54 到 13.61 公斤)。

乳牛在泌乳天數為 14 到 28 天時，每天要餵飼滿足牛產 75 到 90 磅 (34.02 到 40.82 公斤) 牛乳的飼糧濃度。直到泌乳高峰期，繼續餵飼可供應牛產 75 到 90 磅 (34.02 到 40.82 公斤) 牛乳或依實際的牛乳產量作為飼糧濃度，以較高者為主。過了泌乳高峰期後，飼糧濃度調降為滿足實際牛乳產量並可恢復乳牛體態之飼糧。部分高產牛接近泌乳後期時，必須調整飼糧濃度並降低機器人給予的精料量，使乳牛在乾乳前產量下降，順

利完成乾乳。自由選擇動線其中一項挑戰是，泌乳後期的乳牛容易變成 fetch cow，良好的繁殖策略可減少這種情況的發生。

擠乳或餵飼優先牛群動線的餵飼策略

餵飼優先牛群動線的餵飼策略與牛隻自由選擇動線雷同，因此將不作進一步討論。

學者調查顯示，擠乳優先的餵飼方式與牛隻自由選擇動線不同。機器人所提供的飼料量很少，僅用於引誘乳牛主動進入擠乳，牛隻主要藉由採食 PMR 獲得大部分的乾物質。大部分酪農選擇裝設擠乳優先的機器人的主因之一為減少機器人提供較貴的精料量。

酪農使用擠乳優先系統，透過機器人提供的精料量為 2-12 磅/牛/天(0.91-5.44 公斤/牛/天)，平均餵飼 7.9 磅/牛/天(3.58 公斤/牛/天)，每次擠乳則提供 1.5-3 磅/牛(0.68-1.36 公斤/牛)，而由於高產

牛進入機器人次數更頻繁，因此牠們從機器人可獲得更多的精料。

與自由選擇系統中的 PMR 相比，擠乳優先的 PMR 能量濃度往往更高一些(0.015 Mcal NE1 / lb DM)，而 NDF 則較低(DM 的 2.1%)。擠乳優先的 PMR 提供的營養是牛群平均乳量少 9 到 20 磅(4.08 到 9.07 公斤)。自由選擇系統中餵飼高能量濃度的 PMR 可能會導致更多的 fetch cow 或降低擠乳次數，進而減少每頭乳牛的產乳量。而在擠乳優先系統中，乳牛會通過閘門被引導到擠乳區。

其他餵飼注意事項

PMR 的組成與物理特性

下表總結學者們對 PMR 主成分的調查結果。學者 Wright 還使用賓州篩評估 PMR 的顆粒大小，並發現有比 TMR 推薦較高比例的上層篩顆粒，而底盤上顆粒百分比較低(上層篩的平均值為 13.1%)，可以預期這是考慮到部分精料由機器人提供所致。

表. PMR 主成分的調查結果

項目	Univ. of MN ¹ Survey	Ontario Survey ²
泌乳淨能 NEI (Mcal/lb)	0.60-0.78	0.63-0.81
中洗纖維(%DM)	28-40	30-50
粗蛋白(%DM)	12.0-17.7	13-18

¹ University of Minnesota

² Tom Wright, Ontario Ministry of Agriculture, personal communication

精料的組成和物理特性

精料一定要由高品質且可口的成分製成的顆粒，如此才具有非常強烈的吸引力，增加乳牛自願進入機器人的次數並提高採食速度。營養學家需要特別注意製造過程，以生產具有高品質且堅硬的顆粒飼料。

機器人也應該設計成可補充 PMR 草料或其他成分的不足。例如；如果 PMR 的玉米青貯含量很高，導致澱粉含量很高，則機器人可考慮提供高度消化 NDF 的副產物顆粒，以降低亞急性瘤胃酸中毒的風險。

精準餵飼

使用機器人的潛在優勢之一是有機會透過機器人個別餵飼顆粒結合 PMR 提供乳牛養分，使每頭乳牛獲得更接近其營養需求。調查發現，即使機器人可提供不止一種的顆粒飼料，但大多數酪農只使用一種顆粒飼料。目前國外已經有些酪農藉由機器人餵飼一種以上的顆粒飼料，並維持飼料品質的前提下，更精準滿足乳牛的營養需求。

牛群管理

大多數機器人沒有針對初產牛或泌乳早期牛群進行分組。可以考慮以下的管理方式，幫助牛群順利渡過

轉換期並提高牛乳產量：

1. 特別觀察並監測初產牛。初產牛進到機器人區可能會有不適應的情況，初產同樣會攝食機器人提供的精料，但會減少 PMR 的採食量，這可能會提高亞急性瘤胃酸中毒機率，降低消化能力，並增加其他疾病的風險。

2. 每天觀察牛隻的反芻量與活動量。機器人可建立牛隻每天的反芻量與活動量報表，酪農只要發現牛隻與同伴相比(特別是初產牛)，兩者指標不符合標準，便要立即採取管理措施，並考慮適時調整機器人提供的精料量，避免持續指標惡化影響健康。

3. 供應高品質的 PMR 非常的重要，有助於鼓勵牛隻在飼料區採食。

4. 研究表示，提高泌乳早期的擠乳頻率可提高整個泌乳期的產乳量，泌乳早期的乳牛每天要擠乳 4 至 6 次。

5. 如前所述，機器人提供多種顆粒飼料有助於更加精確而滿足泌乳牛的能量營養需求。

不隨意更動餵飼方式

乳牛喜歡且習慣規律的生活模式，這在使用機器人的牛群更顯重要。

維持高乳量的酪農場有以下特性：

1. 穩定的PMR(PMR隨著草料乾物率的變化而保持營養濃度)，且由良好優質的原料所組成。
2. 每天分多批持續提供新鮮的PMR。
3. 有規律的進行推料。
4. 機器人供應穩定且高品質的精料顆粒。

總結

預計使用機器人的酪農場數量將繼續增加。對於營養學家而言，穩定的PMR和機器人提供的顆粒飼料的複

雜搭配可能是一項艱鉅的任務。根據研究與國外酪農的經驗，影響餵養成功的最重要因素包括高質量的顆粒飼料和良好的餵飼管理。研究表明，顆粒飼料比粉料更好，而且高度可口且堅硬的飼料顆粒可以大幅度減少fetch cows比例。機器人飼養重點應放在維持PMR能量濃度與機器人提供精料的平衡，以提高乳牛主動進入機器人的次數和泌乳早期乳牛的健康。

參考文獻

- Rodenburg, J., and B. Wheeler. 2002. Strategies for incorporating robotic milking into North American herd management. Proc. First North Amer. Conf. on Robotic Milking. pp. 18-32.
- Marcia, E. and Jim, S. 2019. Feeding Practices for Dairy Cows Milked with Robotic Milking Systems.
<https://dairy-cattle.extension.org/feeding-practices-for-dairy-cows-milked-with-robotic-milking-systems/>