

# 乳牛應用擠乳機器人之餵飼策略調整

畜產試驗所新竹分所 陳怡璇

目前臺灣大多數乳牛場中，泌乳牛透過餵食完全混合日糧（Total Mix Ration, TMR）獲取完整的營養分，並搭配傳統擠乳設備進行擠乳。近年臺灣開始引進擠乳機器人進行擠乳，有別一般傳統擠乳飼養模式，對於擠乳機器人的牛群，則是需要透過餵食部分混合日糧（Partial Mix Ration, PMR）獲取營養分，在利用擠乳機器人供給額外的精料，精料的提供除了補足能量外，主要是作為吸引乳牛自願進入擠乳機器人的手段。要能成功使用擠乳機器人，重點應放在提高牛隻自願自動進入擠乳機器人的次數（提升擠乳機器人的使用頻率）和泌乳牛的健康，避免後續泌乳牛出現繁殖問題。在明尼蘇達大學的一項調查顯示，擠乳機器人提供的精料顆粒質量與 PMR 的成分是擠乳機器人成功的兩個最大因素，如何從傳統的 TMR 飼糧轉換成 PMR 飼糧至關重要，如此才能提高乳量，並維持乳品質，提高利潤。另外，國外學者表示，強制擠乳或餵飼優先的牛群動線（milk first or feed first flow）可確保乳牛進入擠乳機器人的次數，但會影響 PMR 的採食量而限制產乳量，因此國外學者認為讓牛隻自由選

擇的動線（free flow）較為理想，故本篇以牛隻自由選擇的動線作為討論對象，針對此動線中擠乳機器人飼糧策略作個整理供酪農朋友參考。

## 一、擠乳機器人精料給飼量

若是讓牛隻自由選擇被擠乳或是吃精料，大部分乳牛都是優先選擇吃精料，因此擠乳機器人透過牛隻的這個特性，利用精料來引誘乳牛自願進入擠乳機器人進行擠乳。國外使用擠乳機器人的牧場，在精料量給飼的策略大致相同，產犢後第一次擠乳使用較低濃度的精料，在產後第 1 週開始線性增加精料給飼量，接著到了產後的第 3 週至第 10 或第 14 週，也就是泌乳高峰期，精料給飼量隨著實際產乳量上升而增加，泌乳中期精料給飼量將持平不再提高，到了泌乳後期，隨著產乳量下降，精料供應量必須跟著減少，以降低產乳量為乾乳做準備。整個泌乳期需搭配良好的繁殖計畫，以維持泌乳牛適當的體態。

根據國外 2017 年的發表文獻，擠乳機器人理想精料給飼量尚不清楚，但一般來說，當精料給飼量很高時（即 > 4 公斤/牛/天），泌乳牛不會吃光擠乳機器人所有給的精料量，

隨著精料給飼量的增加，沒吃完的精料量似乎增加（圖 1），這會降低擠乳機器人為每頭乳牛計算能量需求的精準度，而且剩餘的精料會被下一頭進來的乳牛吃光。另外，短時間大量的精料進入乳牛體內，可能會破壞瘤胃發酵的狀態而改變擠乳後的乳牛的採食行為。再者，擠乳機器人為了引誘乳牛自動進入擠乳，使用擠乳機器人的牛群會配置較低能量的 PMR，但若像上面說的牛隻沒有吃光擠乳機器人給的精料，牛隻就沒有得到充足的養分與能量，這將影響牛隻的產能、乳成分與利潤，這是使用者需特別留意的現象。在 2016 年

Tremblay 等人研究中發現，擠乳機器人精料給飼量與產乳量之間存在負相關，同一項研究報告也指出，沒有吃光的飼料量與產乳量之間的正相關。此篇作者要強調，只有在非常清楚乳牛吃到多少量的營養物質的前提下，PMR 才能與擠乳機器人精料給飼量做正確的搭配，才可完整實現乳牛的泌乳表現。

乳牛是如此貪吃的動物，為什麼精料會吃不完呢？報告指出，其中一個原因是乳牛想要吃光全部精料前就已經擠乳完畢被趕出去了，也就是乳牛沒時間繼續吃光精料了。乳牛通常以 50 至 150 克/分鐘的速率在吃

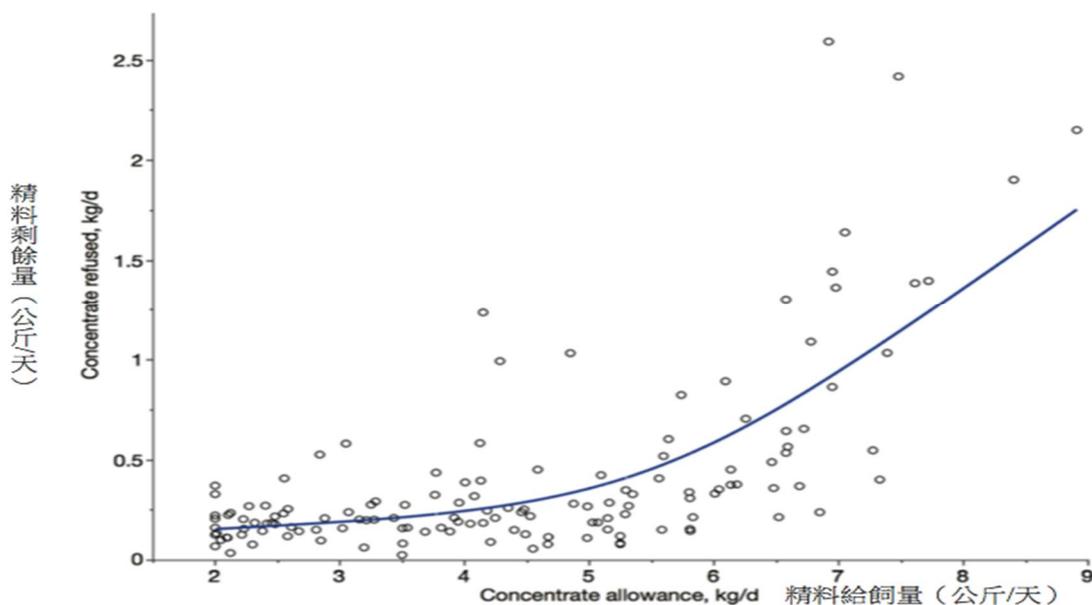


Figure 1. Evolution of the amount of concentrate unconsumed (average over an 8-d period) relative to the amount of concentrate offered (average over a 7-d period) in an automatic milking system. (Bach and Cabrera., 2017) 圖 1. 評估自動擠乳系統中精料給飼量與精料剩餘量之間的對應值

TMR與PMR，至於吃精料的速度落在250至400克/分鐘之間。平均每次擠乳機器人擠乳所花費的時間約為7分鐘，也就是乳牛每次擠乳最多可以吃大約2.8公斤的精料(400克\*7分鐘)。在大多數情況下，每頭牛平均進入擠乳機器人的次數小於3次/天，一頭乳牛每天理論上只能吃到8.4公斤的精料。因此，使用大於8公斤/天的精料給飼量就會發生上述問題，導致牛隻沒有吃到預期的營養分與能量，故有國外學者建議精料給飼量應保持小於4公斤/天。

根據Jan Hulsen 和 Rodenburg Jack 在2008年所撰寫的Robotic Milking內容有提到，針對高產牛每次擠乳最多只能給予2公斤，若是高產牛一天擠乳3或3.5次，一天就會吃到6至7公斤，其他不足的精料再另外給飼。至於其他低產牛，則是根據每天乳量及泌乳天數調整每次給飼的精料量。每次擠乳最少應給飼0.75公斤，若是每次給予低於0.75公斤，有些牛隻會降低擠乳意願，可能不會自願自動進入擠乳機器人擠乳。

## 二、擠乳機器人給飼精料的組成

除了上面提到的精料給飼量要限制，以確保擠乳機器人提供給乳牛的營養分有一致性之外，精料的營養成分與能量濃度也很重要的。例如，

餵飼高澱粉精料不僅會影響乳牛的食慾與採食行為，還會影響NDF消化率的速度和瘤胃pH值下降的程度，進而可能改變生乳的成分，高澱粉的精料會使乳蛋白質含量增加，但若是富含可消化纖維(如黃豆殼)的精料則會提高乳脂含量。另外，高澱粉精料也可能增加跛足的風險。預防乳牛跛足對於擠乳機器人使用成功與否是非常重要的，因為跛腳牛會降低自願進入擠乳機器人的頻率。此外，擠乳機器人給飼的精料成分必須與PMR中的其他成分相輔相成。例如，假設PMR中的玉米青貯含量高且精料澱粉含量高，則擠乳機器人給飼的精料可考慮使用具有高度可消化NDF的副產品，以儘量減少亞急性瘤胃酸中毒的風險。

另一方面，有學者在2006年報告中，針對相似的自願擠乳次數的牛群(每頭3.31 vs. 3.39次/天)比較2種精料成分(25% vs. 49%澱粉的精料)，在不同的擠乳機器人精料給飼量對於產乳量與乳成分的影響。結果發現，這兩項研究的差異主要是精料給飼量不同所造成的。如果每頭牛保持較低的精料給飼量(即最多3公斤/天)，擠乳機器人精料的營養成分對產乳量、乳成分和擠乳次數只會有輕微影響，但若是每頭牛的精料給飼

量提高至最多8公斤/天，就會影響到產乳量與乳成分。我們也可以參考國外研究，計算對於擠乳機器人精料採食量與PMR採食量之間的關連，每頭牛精料採食量每增加一個單位，伴隨的PMR採食量會減少約於1.15個單位，也就是精料吃的越多，壓縮PMR的採食量越明顯。尤其若擠乳機器人安裝在放牧牛群中，PMR與精料的替代率就更為重要，當然在臺灣是比較少有此狀況。

至於擠乳機器人給飼的精料是否要含維生素與礦物質(以下簡稱維礦)，一般不建議含維礦，因為維礦會降低精料的適口性。乳牛所需的維礦應是由PMR供給而非由擠乳機器人提供。然而，隨著乳牛產乳量的增加以及擠乳機器人精料給飼量增加，乳牛可以吃到的維礦量可能會受到限制，因此建議要提高PMR中維礦的濃度，而不是提高乳牛對PMR的採食量。

### 三、擠乳機器人給飼精料的形式

除了擠乳機器人精料中提供的營養成分之外，精料的適口性與物理型態也會影響乳牛的採食量和擠乳頻率。乳牛喜歡大麥與燕麥混合物的精料，其次為小麥，再來才是玉米。有研究指出，若是精料的適口性好，即使擠乳機器人只給飼低量的精料

(1.5至3.5公斤/天)，乳牛還是會自願自動進入擠乳機器人裡面。至於擠乳機器人精料提供的物理形式，顆粒形式優於糊狀或粗粉狀形式。此外，顆粒的硬度要夠高，因為碎屑和細粉會減少乳牛的採食量。

### 四、PMR特性

到目前為止，我們可以瞭解擠乳機器人給飼的精料只是吸引乳牛自願自動進入擠乳機器人，乳牛主要是透過PMR得到其他營養份。根據國外2016年的調查顯示，擠乳機器人平均給飼每頭牛11.2磅(5.2公斤)/天，範圍落在每頭牛2至25磅(0.9-11公斤)/天。讓牛群自由選擇的動線中(不是擠乳或餵飼優先的動線)，PMR供給牛隻產乳的能量是低於牛群平均產乳量所需的能量，大約是提供10至30磅(4.5-13.6公斤)的產乳量能量需求，低能量密度的PMR，以鼓勵乳牛自願至擠乳機器人尋找額外的精料補充能量。若牛群自由選擇的動線中使用高能量密度的PMR，可能降低擠乳頻率，導致每頭乳牛產乳量減少。有學者使用四段篩分離器評估PMR顆粒尺寸，由於部分精料由擠乳機器人給飼，故評估報告發現在頂部篩網上有較高百分比的顆粒(平均為13.1%)，而在最底部篩網上的百分比是低於TMR中推薦的百分比。綜上，

PMR養分需經調整並搭配擠乳機器人給飼的精料，以維持乳牛乾物質變化後的養分濃度，並由高品質芻料組成。

### 五、擠乳機器人精準給飼策略

飼料成本佔生乳生產成本的50%至70%，為了維持最高的產乳量，因此提高飼料效率對盈收有重大影響，但牛隻產乳量的高低取決於許多因素(例如，環境溫濕度、泌乳階段、精料的品質與營養成分等)，所以擠乳機器人透過個別給飼牛隻精料，期能精確地滿足每頭牛的能量需求，並試圖改善泌乳早期的能量與營養的需求，以達到最佳的收益，再者如此額外補充個別牛隻精料是較傳統餵飼來得精確。擠乳機器人是允許在擠乳時給飼二種以上的精料(例：不同濃度的能量與蛋白質的精料)，但根據國外調查，許多牧場僅使用一種飼料。若使用多種飼料搭配給飼，將能更精準的符合乳牛營養需求。然而，要達成精準給飼的策略前，需先克服上述精料剩餘的問題，避免在擠乳結束時，沒被吃光的精料將被另一頭乳牛吃掉，學者建議將每次擠乳給飼的精料量降低至1.0至1.5公斤，可以減少這種情況。理論上，達成精準給飼後已提供乳牛所需營養的確切量，因此再額外補充一些添加劑可能是沒

有益處並且提高飼養成本。

### 六、結語

國外學者指出，乳牛乾物質採食量中大約30%的變異可以歸咎於飲食因素，剩下的70%歸因於非飲食因素，對於擠乳機器人飼養模式亦是如此，完善的PMR成分並搭配精料其中的複雜性對於飼養者是一項具挑戰性的任務。有許多因素會影響牛隻進入擠乳機器人的次數，如同上述的精料的類型、給飼量以及PMR成分。建議將精料給飼量限制在每頭牛小於3公斤/天或至多4公斤/天，並精算平均乳量後調配PMR餵飼，以減少採食量的變化，穩定供給每頭牛足量營養份與能量。保持較低精料給飼量，避免潛在的消化不良代謝疾病發生。再者，精料以顆粒形式比粉狀或糊狀較佳，最好能使用多種精料組合來精準符合每頭乳牛的營養需求，以減少飼糧浪費，提高效益。

### 七、參考文獻：

Bach Alex and Victor Cabrera. 2017. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. J. Dairy Sci. 100:7720 - 7728.

Jan Hulsen and Rodenburg Jack. Robotic Milking. 2008.

Marcia Endres. Feeding Practices for Dairy Cows Milked with Robotic Milking Systems. 2016.