

乳牛挑食嗎？調整日糧長度，表現大不同

樓喬云

低頭看一看日糧中那些顆粒較大的飼料，它們是最有可能降低乳牛採食速度及採食量的罪魁禍首。因此是時候檢視調整並且改善我們對於日糧顆粒大小的建議及認知。

早在 1997 年，Dave Mertens 將物理有效中洗纖維（**peNDF**）定義為，在使用賓州三段篩分離飼料時，保留在 **1.18mm** 篩層上的粗飼料或飼料顆粒的百分比與 NDF 含量的乘積。該部分的纖維能夠有效刺激咀嚼並形成功能性瘤胃食糜。

在 2013 年發明者之一的 Jud Henrich，更進一步的改進的賓州篩（PSPS）將 1.18mm 的篩層改為 4mm，認為 4mm 篩層在評估高產牛的 peNDF 上比過去 1.18mm 的孔徑更加精確。泌乳牛需要至少約 20~24% 的 peNDF 讓乳牛維持一定的咀嚼次數及瘤胃功能，但並不表示需要過多過長的纖維顆粒。因此需要透過三段篩對 TMR 日糧纖維顆粒大小的評估並調整，儘可能減少日糧中過長的纖維在 TMR 中出現。

日糧中含有充足的 peNDF 可以刺激瘤胃及重瓣胃的收縮，確保瘤胃中的 VFA 能被瘤胃壁所吸收，降低瘤胃內的酸性物質，從而維持瘤胃

pH 值穩定。如果日糧中 peNDF 的比例過低，日糧中的澱粉會發酵太快以至於瘤胃中短時間內，產生大量的 VFA 導致瘤胃過酸的情況發生。同時低 peNDF 含量會抑制瘤胃壁對 VFA 的吸收，兩者相加後導致瘤胃液 pH 降低得很快，抑制纖維分解菌的活性，嚴重時，可能會導致瘤胃酸中毒的發生。維持穩定的瘤胃 pH 值，有一個非常重要的關鍵就是咀嚼，當 TMR 或日糧中有足夠且長度適中的纖維含量時，牛隻才能夠進行充分的咀嚼，產生大量的唾液，而唾液中主要的緩衝成分為碳酸鹽類（ HCO_3^- ）和磷酸鹽類（ HPO_4^{4-} ），該兩物質可作為瘤胃環境穩定之物質，避免瘤胃過酸之情況發生。一般來說，可以透過改變日糧的精粗比或粗飼料長度來調整日糧的 peNDF 的比例。部分研究顯示，降低日糧精粗比來提高日糧 peNDF 的比例，將導致瘤胃液 pH 上升、總 VFA 濃度下降、乙/丙酸比顯著提高；而提高日糧粗料長度來提高日糧 peNDF 的含量，也會讓瘤胃液 pH 顯著提高，Total VFA 濃度有下降趨勢（長纖維導致消化率速率變慢）。

| 賓州三段篩建議值 | | |
|----------|--------|--------|
| 分層 | TMR | 玉米青貯 |
| 上層(19mm) | 2-8% | 3-8% |
| 中層(8mm) | 30-50% | 45-65% |
| 下層(4mm) | 10-20% | 20-30% |
| 底層 | 30-40% | <10% |

各種飼料之推薦粒徑大小

以下粒徑之大小皆以現場實際數據及大量牧場之使用為基礎，再透過賓州大學的研究數據進行修正改良，透過以下建議數據可幫助酪農完善其日糧配方，並改善營養問題。

1. 玉米青貯

如果配方中玉米青貯的使用量占比高，那單就玉米青貯進行分篩時，上層占比需要達 8% 以上，相對占比較低時，上層僅需占 3% 以上。玉米青貯的使用應該與其他牧草及飼料合理搭配，一般來說，45-65% 的玉米青貯應出現在第二層，20-30% 出現在下層，底層篩的比例不能超過 10%。若玉米青貯佔比較高時，大部分的青貯應出現在第二及第三層中，才能確保玉米青貯提供足夠的有效纖維，另外青貯中的穀物、乾物量和成熟度也需要進行適時的折算，避免高估有效纖維。

2. TMR

賓州四段篩對於 TMR 分佈有一定的要求，高產牛推薦比例在上層達

2-8%，中層 30-50%，下層 10-20%，底層則不高於 30-40%。應具有足夠的物理有效性。另外也要注意配方中的副產物及加工穀物，有可能附著於 4mm 以上的篩網中，因此必須折算，否則有可能會有高估的問題發生（因此在計算有效纖維時，僅需考慮粗料及纖維高的副產物）。

日糧 peNDF 對奶牛營養物質消化率之影響

關於日糧 peNDF 對泌乳奶牛營養物質消化率的影響。合理的纖維長度對維持瘤胃功能十分重要，長度越短反芻時間越短（有過酸風險），反之長度越長咀嚼時間越長（過長會有挑食問題）。

許多研究顯示，DM、OM、NDF、ADF 和氮的消化率隨日糧中 peNDF 的增加而上升。部分研究顯示，隨著日糧中 peNDF 的增加，NFC、OM 消化率逐漸提高。而日糧中的澱粉的消化率受 peNDF 的影響較小。

影響奶牛日常時間分配

雖然，在日糧中需要足夠的 peNDF，但日糧中含有過多的長粒徑的粗料時，可是會對奶牛的時間分配產生負面影響。隨著日糧中長顆粒飼料的比例增加，奶牛必須增加採食時間（消化時間變長）。

在 Miner 研究所進行的研究發現，以玉米青貯為基礎的飼料配方，與含有較高比例的長粒徑的日糧和含有較短粒徑的日糧相比，奶牛每天的總採食時間**減少了 45 分鐘**。利用改變配方中的精粗比去改變 peNDF 含量時，採食時間也發生了類似的變化。研究中發現，**當日糧中的 peNDF 從 23.9% 增加到 29%**，每天採食時間增加了 51 分鐘。這些研究顯示，日糧的粒徑大小會影響牛隻的時間分配和採食時間。

當飼糧進入瘤胃

當配方以青貯飼料為基礎的日糧時，**無論飼料顆粒大小如何，奶牛在最初的咀嚼期間都會盡可能地將日糧中的顆粒度大小，咀嚼到相當均勻的程度**。而這是透過收集剛剛進入瘤胃的食糜然後評估它們的顆粒大小來確定的。前面提到 Miner 進行的研究，透過收集瘤胃中的食糜來評估顆粒度。在該研究中，給奶牛餵飼四種不同的 TMR，這四種 TMR 的 peNDF 和體外發酵 240 小時候未消化的中洗纖維 (uNDF240) 的值均不同。研究中含有四種不同的日糧顆粒度分佈。請注意，**兩個高 peNDF 日糧中，表示粒徑 $\geq 19\text{mm}$ 的比例較高**。但是，有趣的是，在這四種日糧中，經過咀嚼後的食糜平均粒徑居然

非常相似。最大的變化則是在咀嚼的過程中，會將 $\geq 13.2\text{mm}$ 的飼料顆粒磨碎成為較小的顆粒。這項研究與來自義大利的研究結果一致，他們發現在初次咀嚼後，單獨粗飼料和以青貯飼料為基礎的 TMR 進入瘤胃後具有相似的平均顆粒度。但該研究小組觀察到，當日糧粒徑較長時，牛隻時間內咀嚼纖維的次數更多。總而言之，過長的顆粒將會花費更多的時間在採食消化上。

滿足奶牛對 peNDF 的需求，同時避免過長的顆粒度，這些應該能夠帶來最佳的採食時間和瘤胃功能。但什麼樣的推薦更合適？

減少在 19mm 篩網上的飼料量，將可有效提高日糧的均勻度，並且對於奶牛來說還可有效減少挑食現象。康奈爾大學最近的研究證實了賓州大學早些時候的研究工作，即在 19mm 篩網上的纖維飼料，最容易被牛隻用舌頭給挑出。因此**透過粗飼料的理論切割長度 (TLOC)**，可減少日糧中顆粒過長的飼料，並提供牛隻更均勻的 TMR 顆粒組成。同時需注意！減少在 19mm 篩網上的纖維量，並將重點放在 8mm 和 4mm 篩層上的纖維。這將使我們能夠提供一種顆粒度更均勻，防止挑食且有足夠

的有效中洗纖維及物理性纖維的量。

賓州三段篩的延伸應用

1. 牧場的生產與管理

牧場的生產與管理是一個複雜的系統工程。透過對乳牛採食、反芻、糞便、腳蹄、瘤胃飽滿度、體況及泌乳量等多種指標進行解讀，利用三段篩調整 TMR，確保奶牛之健康與高生產效益。

2. 採食行為

採用 TMR 的飼餵方式，奶牛的每一口營養應該是均衡。採食的過程中，若發現奶牛存在「**推料及挖坑之現象**」或者清理飼槽時發現均為一些較長的纖維飼料時，則表示 TMR 均勻度不佳（**粗飼料過長**），攪拌不均勻，**水分不足**（**精料無法良好附著於草上**）。如發現奶牛採食量下降，則可能要檢查日糧原料是否出現發霉變質、品質不佳或是有硝酸鹽等問題的發生，應及時檢查避免延伸更多問題。

3. 反芻行為

一般奶牛在採食後 30-60 分鐘後進行反芻，每次持續 40-50 分鐘，每個食團約需 1 分鐘，一天反芻數十次。可以觀察正在反芻的牛占牛群的比例，方法如下：

採食 1 小時後的任何時間觀察，需至少有 50% 的牛正在反芻，

如果低於 50%，應檢查 TMR 日糧顆粒度是否過細（**物理有效纖維不足 peNDF**）；粗飼料是否過長，精料比例是否過高，都會影響其反芻表現。

4. 腳蹄變化

腳蹄問題大致可分為三類，如環境性蹄病（**腐蹄病等**），物理損傷性蹄病（**白線病等**），代謝性蹄病（**蹄葉炎等**），其中代謝性蹄葉炎的發生與營養有著較為密切的關係。

引發蹄葉炎的原因：

蹄葉炎發生的主因包括：不合理的配方，精料比例過高，長纖維不足，飼餵高比例的青貯料及副產物，導致的瘤胃酸中毒。日糧中蛋白質比例過高，會導致瘤胃中熱能和氮濃度的不平衡。另一方面 TMR 的均勻度不佳或粗飼料過長，導致奶牛挑食造成酸中毒。長期飼餵變質的飼料，也會使毒素累積在蹄部，引發蹄葉炎，應盡快更換變質飼料。酸中毒引發蹄葉炎的機制是當瘤胃中產生大量乳酸，導致瘤胃 pH 過低，造成革蘭氏陰性菌的死亡，其細胞壁中的內毒素大量釋放，瘤胃酸中毒後導致蛋白質異常分解產生組織胺。乳酸及組織

胺還有內毒素隨血液進入蹄部，使蹄部循環受阻，引發瘀血和炎症。

5. 泌乳牛瘤胃的飽滿度

瘤胃飽滿度評分能夠反映過去幾個小時採食量和瘤胃 TMR 的流動速率。採食量及原料性質（瘤胃中快速或慢速降解）、顆粒大小、瘤胃中飼料原料的比例均影響消化率和流通速率。

6. 乳成分的變化

● 體細胞高

瘤胃酸中毒及日糧蛋白質濃度過高（熱能及氮的不平衡）引發乳房炎，導致體細胞升高。

● 乳脂率低於 3.5%

日糧 NDF 過低，粗飼料攪拌過碎，精料比例過高。乳中蛋白質和脂肪有一定的含量，因此乳蛋白質率和乳脂率的比值是監控乳牛營養狀況的重要指標。正常的荷蘭牛乳蛋白質率和乳脂率比值之範圍為 0.85~0.88。如果比值較大（>0.88）則表示有低乳脂率的問題，應依照防止低乳脂率的方法來解決；反之，如果比值較小（<0.85）則表示飼糧的脂質過多、總蛋白質過低。

● 第四胃異位

第四胃異位主要發生在產後兩周前後，導致第四胃異位的因素

主要有三個：1. 奶牛分娩後將犢牛、胎盤、羊水等排出。腹部多出許多空間，但此時乾物質採食量並未跟上，因此臟器多了許多可移動之空間。2. 分娩後日糧中的精料量增加以滿足泌乳所需要的能量，轉換期間高粗料低精料的日糧條件下，瘤胃乳頭會短暫的退化，無法吸收全部的揮發性脂肪酸，導致皺胃弛緩及第四胃異位的發生。

結論

對於維持健康、生產、健康及功能正常的瘤胃，奶牛必須攝入足夠的 NDF 及正確的配方組成。日糧中的大多數 NDF 多數透過長纖維的粗料或是副產物攝取而來，並具有足夠的長度以維持健康的瘤胃環境。在適當的條件下，必須特別注意保持適當的總 NDF 和飼料 NDF 攝入量，確保牛隻有足夠的 NDF 攝入，同時不影響牛隻的採食量，達雙贏的目的。

資料來源：

<https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator>

<https://extension.psu.edu/methods-used-to-measure-forage-and-ration-particle-size>
Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements