

如何從飼養管理操控乳成分

光泉酪農處 梁宗寶

影響乳成分的非營養因子：

泌乳期：

- 分娩後，初乳的乳蛋白率及乳脂率最高。
- 之後隨**乳量的增加**而下降(約於產後 25-50 天最低)。
- 之後隨著**泌乳量降低**而逐漸升高(約於產後 250 天達另一高峰)。(美國資料)

年齡：

- 乳蛋白率及乳脂率隨著年齡的升高而下降。
- 乳脂率從 1-5 產因**乳量增加**及**感染**之影響，每年下降 0.2%。
- 乳蛋白率隨著年齡的增加，每增加 1 產次下降 0.02-0.05%。(美國為真蛋白)

季節：乳蛋白率及乳脂率在濕、熱的季節下降；在涼爽、乾燥的冬季上升。通常肇因於熱緊迫之**採食量下降**。

乳房炎：體細胞升高後，乳脂率和酪蛋白會下降，但血液蛋白質會增加。

機械問題：乳槽降溫異常、過度攪拌、不均勻採樣。

遺傳育種：乳蛋白率及乳脂率約有 55%的遺傳力，因乳量的改良重視程度通常高於乳脂量及乳蛋白量的改良，所以隨著乳量的改良，乳蛋白率及乳脂率通常會有一些下降。

營養是影響乳成分的最主要因素：

- 營養和飼養管理是最直接、快速改變乳蛋白率及乳脂率的因子。
- 乳脂率下降時，透過日糧改善，可以在 7-21 天內得到緩解。(找對原因通常 1-2 天後就會開始改變)
- 乳蛋白的改善也許要 3-6 週，如果問題已經持續很久可能需要更久的時間。(個人經驗只要找對原因用對方法 1-2 天後就會看到一些改善)
- 日糧配方的改善，對乳脂率的改善比對乳蛋白率的改善容易一些。
- 乳脂率的改變可以從 0.1~1.0。但蛋白質率的改變很少能超過 0.1~0.4。
- 基於以上理由，營養及飼養管理成為改善乳脂率、乳蛋白率最好的解方，甚至於遺傳改良。

光泉廠農通訊(101)

<http://www.kuangchuan.com/09Life/Life05.aspx>

乳成分的來源：

乳脂肪的來源：

- 纖維在瘤胃消化產生的揮發性脂肪酸(VFA)，如**乙酸**、**丁酸**。
- 部分**丁酸**提供瘤胃壁能量，其他很多在瘤胃壁組織形成酮體(BHB)
- 大約一半的乳脂肪是乳腺利用**乙酸**及**BHB**合成的。
- 另一半的乳脂肪來自於血液循環的**脂肪酸庫**。這些脂肪酸來自於**1. 體脂肪的動用**、**2. 消化道吸收的脂肪酸**、**3. 肝臟代謝產生的脂肪酸**。

乳蛋白的來源：

- 瘤胃微生物將日糧蛋白轉換成微生物蛋白，**微生物蛋白**再被乳牛消化，成為乳牛主要必需氨基酸的來源，這些氨基酸再被乳腺合成乳蛋白質。
- 蛋白質的合成需要**葡萄糖**提供能量。這些葡萄糖來自於肝臟**丙酸**(瘤胃產生的另一種VFA)的合成、或小腸直接吸收的葡萄糖。
- 如果瘤胃吸收的丙酸不足，乳牛會**降解氨基酸**合成葡萄糖，這樣會減少乳腺合成乳蛋白的氨基酸供應量。
- 另外一些乳中的白蛋白及免疫球蛋白是直接來自於**血液**。

乳糖的來源：

- 乳糖主要來自於葡萄糖，**乳糖量**升高時，**乳量會增加**，但乳糖濃度不太改變。
- 乳牛的葡萄糖主要來自於**丙酸**(30-66%)、**胺基酸**(15-36%)、**乳酸**(15%)、**甘油**(5%)的**糖新生作用**。另一部分來自於**小腸直接消化吸收的葡萄糖**，但送到門靜脈已剩很少量的葡萄糖。

乙酸的吸收與代謝：

- 少量的乙酸在瘤胃壁吸收後轉變為**酮體**。
- 大部分乙酸進入肝臟，這些乙酸中約80%逃脫被氧化，又離開肝臟進入血液循環。
- 進入組織後用於**氧化供能**或**合成脂肪酸**。
- 反芻動物利用葡萄糖生產脂肪酸的能力較差，但其脂肪組織利用乙酸生產脂肪酸的速度很快。
- 乳腺對乙酸的提取率很高，用以合成C4~C16的脂肪酸，因此**乙酸**是乳牛**乳脂肪**的主要原料。
- 乙酸轉化為乳脂肪的效率高於體脂肪。
- 如果葡萄糖或生糖前驅物不足時，乙酸合成脂肪會受限而進入三羧酸循環氧化。

丙酸的吸收與代謝：

- 瘤胃上皮吸收的丙酸中 2-5%轉變為**乳酸**。
- 其餘進入肝臟**生成葡萄糖**或進入三羧酸循環**氧化供能**。
- 丙酸合成的葡萄糖可以滿足非泌乳牛的維持需求，但無法滿足泌乳牛的泌乳需求。
- 所以泌乳所需的葡萄糖除丙酸外，還有其他來源。如胺基酸、乳酸、甘油、還有小腸直接吸收的葡萄糖。

丁酸的吸收與代謝：

- 丁酸在瘤胃上皮細胞吸收時，大部分轉變為**酮體**，可達 90%。
- 合成的酮體 80%以上是 **β -羥丁酸**，其餘是乙醯乙酸和丙酮。
- β -羥丁酸可在骨骼肌和心肌中氧化，也可在脂肪組織及乳腺合成脂肪酸，進入肝臟的丁酸會被肝臟組織**迅速代謝**。

瘤胃功能與平衡日糧(TMR)：

- 在瘤胃微生物發酵的時間內，日糧必須提供相對平衡的蛋白質及能量需要量，是影響瘤胃發酵及乳成分的最主要因素。(每一口 TMR 必須是營養平衡的)
- 任何影響瘤胃發酵的日糧組成或飼槽管理因子，都會影響乳脂率

及乳蛋白率。

- 穩定、持續供應足夠的能量及蛋白質，平衡快速發酵的碳水化合物及有效的纖維量，是維持理想乳成分的關鍵因子。
- 為了提高乳成分之總產量，挑戰使用高能量、低纖維的日糧，通常可以**增加乳蛋白**，但同時可能會**降低乳脂率**。(使用孟寧素也會有類似的狀況)。

飼槽管理：

不平衡的採食會影響乳成分：

- 飼槽空間不足、畜舍擁擠。
- 第一產女牛與經產牛混飼。
- 日糧容易被篩選挑食：
 1. 非 TMR 的傳統餵飼模式下餵飼頻度不足或先餵蛋白質飼料後餵能量飼料、先餵穀物精料後餵草料。
 2. TMR 的餵飼頻度或飼槽推料頻度不足：牛一天 10-15 餐集中成 1-2 餐的懶惰式餵飼模式，牛會先挑食高穀物精料的部分，剩下的時間再慢慢吃高草料的部分。

限制採食量的狀況會影響乳成分：

- 每天要確保 20 個小時有新鮮的食物，腐敗的食物應該從飼槽移除。
- 在濕熱的氣候下要提供遮陰、降

溫，幫乳牛維持正常的採食量及正常的採食模式。

- 通風不良或不舒服的狀況下，採食量會降低，因而乳脂及乳蛋白的生產量也會隨之降低。
- 改變日糧必須考慮瘤胃微生物的適應時間，因而應漸進改變。
- 因為**營養配方**或飼槽管理**採食不平衡**所造成的瘤胃微生物產量下降，會藉由乳牛可消化微生物蛋白的減少而**降低乳蛋白**，並因瘤胃 VFA 生產的受限而造成**乳脂肪的降低**。

胖瘦度分數：

- 適當的胖瘦度分數(3.0-3.25)是必需的，以便高產奶牛可以利用身體儲存的營養來產奶(3.25-2.75)。
- 如果太瘦(身體儲存很少)，乳量和乳成分的產量會受到影響。
- 另外過胖(3.5-5.0)，會增加代謝問題和難產的風險。
- 在泌乳早期，貯存的體重消耗(3.25-2.75)可以增加乳脂量一小段時間，瘦牛和肥牛在之後的泌乳期，乳脂率會有較低的傾向。
- 如果過胖或體重不足，在分娩時蛋白質會不足。
- 另外，分娩前 3 週內，蛋白質若

攝取不足，分娩後乳蛋白質也會不足。

日糧能量的影響：

- 能量攝取量或日糧能量濃度提高、纖維減少，通常**乳脂會下降**，而**乳蛋白會上升**。
- 相反，當配方中纖維增加、能量下降時，乳蛋白會下降，而乳脂會升高。
- 能量攝取量不足或日糧消化率偏低時，乳蛋白可能會下降 0.1-0.4%。可能因為：
 1. 精料餵飼量不足
 2. 草料採食不足
 3. 草料品質不好
 4. 日糧配方中蛋白質及礦物質不平衡
 5. 穀物的粉碎及加工不良
- 改變瘤胃發酵型態產生較多的丙酸，會增加乳蛋白質、降低乳脂肪。
- 過量的能量攝入，例如精料過量餵飼，會降低乳脂肪、增加乳蛋白。
- 大多數的乳牛，當能量需求滿足時，通常可以達成正常的蛋白質水平，但**高產牛是不可能的**。

日糧蛋白質的影響：

- 日糧粗蛋白質的缺乏會降低乳蛋

白;邊際缺乏會造成 0.0-0.2%的降低,而嚴重的缺乏會產生更大的影響。

- 攝入過量的蛋白質並不會增加乳蛋白質,因為大部分過量的蛋白質都會被排掉。正常範圍內的日糧蛋白質對乳脂肪沒有明顯的影響。
- 日糧蛋白質種類會影響乳蛋白。如果 NPN 是粗蛋白質的主要成分,使用**非蛋白氮 (NPN)** 化合物(如尿素)作為蛋白質替代品時,乳蛋白質會減少 0.1-0.3%。
- 日糧中**可溶性蛋白**高於推薦量時,乳蛋白質會降低 0.1-0.2%。
- 牛乳中的 NPN(**尿素態氮 MUN**)水平(11-17 mg/dL)會因採食過量的蛋白質或 NPN 而增加。例如大量使用青貯料、青貯的穀物、未成熟的牧草、以及太多瘤胃可降解蛋白質的日糧。
- 我們應平衡日糧中的粗蛋白、瘤胃不可降解蛋白(過瘤胃蛋白)、瘤胃可降解蛋白和可溶性蛋白。
- 對於高產奶牛來說,可能需要更進一步去平衡氨基酸。

精料的採食量:

- 精料採食量的增加,會**降低**纖維的消化和**乙酸**的產量、**增加丙酸產量**,而丙酸的產生會促進體脂

肪的合成路徑而影響乳脂的生成。

- 在日糧中加入緩衝劑可預防酸中毒:這不會改變乳蛋白,但會增加乳脂肪含量。食用大量精料或高精粗料比的乳牛,即使加入緩衝劑也會發生酸中毒。
- 日糧中的非纖維性碳水化合物(NFC)是高可消化的,會影響乳脂肪和乳蛋白質。
 1. 過量的 NFC 會降低纖維的消化率,減少乙酸的產生,導致**乳脂率降低**(減少 1%或更多)。
 2. NFC 會增加丙酸的產量,可**提高乳蛋白率** 0.2-0.3%。
 3. 通常建議使用 **32-38%**的 NFC,這樣乳脂和乳蛋白的產量會比較適當。

日糧乾物量中碳水化合物的推薦量(%)

- 糖的含量約佔乾物量的 2-5%
- 澱粉的含量約佔乾物量的 20-30%(**19%**對高產乳牛太低,但**27%**是限制用量)
- 果膠的含量約佔乾物量的 9%上下
- 半纖維素約 10-15%
- 纖維素約 15-20%
- 木質素約 2-4%
- 所有碳水化合物(醣類)約佔乾物量的 70%。

- 糖和澱粉約 24-30%(NSC)、NFC 約 30-40%、NDF 約 30-40%。

草料用量和物理性：

- 泌乳牛的平衡日糧中至少要有 40-45% 乾物量的草料。但這原則會因日糧中含青貯玉米的量和高纖維副產物的量而改變。
- 低草料攝入量會因纖維含量低而導致乳脂率下降。
- 低草料攝入量的幾個潛在原因：
 1. 草料餵飼不足，
 2. 草料品質差，
 3. 太早收割牧草(草料的 NDF 含量低)。
- 每天草料 NDF 採食量的目標為體重的 0.9%。雖然低草料(高能量)的飲食會增加乳蛋白質的產量，但不推薦這種策略。低草料會導致酸中毒和蹄葉炎，從長遠來看，它們不利瘤胃及乳牛的健康。
- 草料的物理性也會改變蛋白質和脂肪含量，主要與日糧被分離挑食、無法在任何時間內提供一致的平衡日糧有關。
- 青貯和乾草切太長是最常見被分離挑食的原因。相反的是，非常精細的日糧會對瘤胃代謝產生負面影響，並抑制脂肪和蛋白質的產生。
- 四段篩監測顆粒大小的配比，可以確保提供足夠的有效纖維、適

當混合 TMR、均勻分佈所有奶牛的日糧，最小化分離挑料的可能。

TMR 的四段篩顆粒大小推薦

四段篩	四段篩孔徑 (cm)	顆粒大小 (cm)	TMR %
上層	1.91	> 1.91	2 ~ 8
中層	0.79	0.79 ~ 1.91	30 ~ 50
下層	0.41	0.41 ~ 0.79	30 ~ 50
底層		< 0.41	10 ~ 20

添加脂肪和油

- 添加脂肪到日糧中，將因脂肪的種類和用量而影響乳成分。
- 當自然含脂量大於 5% 的日糧乾物量時，脂肪對瘤胃微生物通常會有毒性，而且會降低纖維的消化。
- 如果使用瘤胃惰性脂肪或過瘤胃脂肪，總脂肪量可以用到 6-7%。
- 低脂肪日糧，乳脂率會些微上升或沒有改變。
- 當使用較高量脂肪時，尤其是不飽和植物油，乳脂率會下降。
- 如果油脂酸敗，即時用量不高，乳脂率也會下降。
- 在高脂肪日糧下，乳蛋白率通常會下降 0.1-0.3%，這可能是血糖降低所造成。

乳脂肪率太高的問題

- 高乳脂率的問題，通常肇因於食

滯或酮病的問題。

- 餵飼高品質草料及中等精料時，乳脂率會下降，但牛群總乳脂量是高的。
- 高乳脂率是不經濟的問題，通常是低乳量所造成的。牛群主要收入靠乳量，所以要盡量使乳量升高，乳脂率維持在高點以下之水平即可。
- 高乳脂牛群：
 1. 假如草料用量偏高，應該叫他**減少草料用量**，增加精料用量。
 2. 管理好乾乳期和轉換期的營養，密切控制採食量不足和酮病的發生。

維持乳成分

- 餵飼平衡日糧、滿足乳牛化學和物理性需求的日糧，可以獲得正常乳脂率和乳蛋白率。
(P/F=0.85-0.88)
- 達成目標的關鍵：

1. 定期檢測草料的能量、礦物質和蛋白質。
 2. 定期進行飼料及 TMR 的測試，以確定它們是否符合牛群的需求。
 3. 檢測飼料和 TMR 的粗細度。
 4. 使用生產記錄來追蹤乳成分。
 5. 利用胖瘦度分數來評估營養計劃是否成功。
- 利用乳單或 DHI 記錄，按月監控乳成分。
 - 經過長期監控，你會找出正常之標準範圍，假如監控點突然超出範圍，調查並找出原因加以改善。
 - 密切注意乳成分水平，可以讓您根據**市場計價情況**進行營養調整。
 - 這樣即可分析做任何這方面相關的決策，以改善成本、增加額外收入。

一般乳成分的 P/F 值比較表

P/F	比例正常高產乳量營養不足					脂肪偏高、草料太多、酮病危險					高乳脂	
	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9		4.0
3.0	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.86	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75	
3.1	1.03	1.00	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.84	0.82	0.79	0.78	
3.2	1.07	1.03	1.00	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.84	0.82	0.80	
3.3	1.10	1.06	1.03	1.00	0.97	0.94	0.92	0.89	0.87	0.85	0.83	
3.4	1.13	1.10	1.06	1.03	1.00	0.97	0.94	0.92	0.89	0.87	0.85	
3.5	1.17	1.13	1.09	1.06	1.03	1.00	0.97	0.95	0.92	0.90	0.88	
高蛋白	蛋白偏高、精料太高、瘤胃過酸危險										比例正常低產乳量營養過剩	

NRC1989各牛群之營養濃度推薦 %DM

分群	DM	TDN	NEL	CP	E.E	NDF	ADF	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S
600-10NRC.330	13.20	63.0%	1.42	12.0%	3.0%	28.0%	21.0%	0.43%	0.28%	0.20%	0.90%	0.18%	0.25%	0.20%
600-20NRC.330	17.19	67.0%	1.52	15.0%	3.0%	28.0%	21.0%	0.51%	0.33%	0.20%	0.90%	0.18%	0.25%	0.20%
600-30NRC.330	20.69	71.0%	1.62	16.0%	3.0%	28.0%	21.0%	0.58%	0.37%	0.20%	0.90%	0.18%	0.25%	0.20%
600-40NRC.330	23.78	75.0%	1.72	17.0%	3.0%	25.0%	19.0%	0.64%	0.41%	0.25%	1.00%	0.18%	0.25%	0.20%
600-50NRC.330	28.03	75.0%	1.72	18.0%	3.0%	25.0%	19.0%	0.66%	0.41%	0.25%	1.00%	0.18%	0.25%	0.20%
泌乳早期3-6週		73.0%	1.67	19.0%	3.0%	28.0%	21.0%	0.77%	0.48%	0.25%	1.00%	0.18%	0.25%	0.25%
乾乳牛	12.00	56.0%	1.25	12.0%	3.0%	35.0%	27.0%	0.39%	0.24%	0.16%	0.65%	0.10%	0.20%	0.16%
乾乳後期	10.00	67.0%	1.52	15.0%	3.0%	35.0%	25.0%	1.40%	0.30%	0.40%	0.65%	0.05%	0.80%	0.40%
代乳粉		95.0%		22.0%	10.0%			0.70%	0.60%	0.07%	0.65%	0.10%	0.20%	0.29%
教槽料	1.30	80.0%		18.0%	3.0%			0.60%	0.40%	0.10%	0.65%	0.10%	0.20%	0.20%
3-6月齡150KG	3.99	69.0%		16.0%	3.0%	23.0%	16.0%	0.52%	0.31%	0.16%	0.65%	0.10%	0.20%	0.16%
6-12月齡250KG	6.00	66.0%		12.0%	3.0%	25.0%	19.0%	0.41%	0.30%	0.16%	0.65%	0.10%	0.20%	0.16%
UP12月齡400KG	9.46	61.0%		12.0%	3.0%	25.0%	19.0%	0.29%	0.23%	0.16%	0.65%	0.10%	0.20%	0.16%

一般配方濃度參考	Early	Mid	Late	Far-off	Close-up regular	Close-up anionic
Crude protein, %DM	17 ~ 18	16 ~ 17	15 ~ 16	12 ~ 13	13.5 ~ 14.5	13.5 ~ 14.5
Soluble protein, %CP	30 ~ 34	32 ~ 36	32 ~ 38	30 ~ 38	30 ~ 38	30 ~ 38
Degradable protein, %CP	62 ~ 66	62 ~ 66	62 ~ 66	-	-	-
Undegradable protein, %CP	34 ~ 38	34 ~ 38	34 ~ 38	-	-	-
NE _t , Mcal/kg DM	1.67~1.76	1.59~1.67	1.50~1.59	1.32~1.41	1.37~1.45	1.39~1.48
Forage NDF, %DM	21 ~ 24	25 ~ 26	27 ~ 28	27, min	27, min	27, min
Total NDF, %DM	28 ~ 32	33 ~ 35	36 ~ 38	36, min	36, min	36, min
NFC, %DM	32 ~ 38	32 ~ 38	32 ~ 38	26, min	26, min	28, min
Fat, maximum, %DM	5 ~ 7	4 ~ 6	4 ~ 5	-	-	-
Calcium, %DM	0.81 ~ 0.91	0.77 ~ 0.87	0.70 ~ 0.80	0.45 ~ 0.55	0.45 ~ 0.55	1.40 ~ 1.60
Phosphorous, %DM	0.40 ~ 0.42	0.40 ~ 0.42	0.40 ~ 0.42	0.30 ~ 0.32	0.30 ~ 0.32	0.32 ~ 0.35
Magnesium, %DM	0.28 ~ 0.37	0.25 ~ 0.34	0.22 ~ 0.28	0.24 ~ 0.28	0.28 ~ 0.32	0.28 ~ 0.32
Potassium, %DM	1.00 ~ 1.50	1.00 ~ 1.50	1.00 ~ 1.50	0.80 ~ 1.00	0.80 ~ 1.00	0.80 ~ 1.10
Sulfur, %DM	0.23 ~ 0.24	0.21 ~ 0.23	0.20 ~ 0.21	0.16 ~ 0.17	0.17 ~ 0.19	0.35 ~ 0.40
Salt, %DM or	0.45 ~ 0.50	0.45 ~ 0.50	0.45 ~ 0.50	0.25 ~ 0.30	0.25 ~ 0.30	0.25 ~ 0.30
Sodium, %DM	0.20 ~ 0.25	0.20 ~ 0.25	0.20 ~ 0.25	0.10 ~ 0.12	0.10 ~ 0.12	0.10 ~ 0.12
Chlorine, %DM	0.25 ~ 0.30	0.25 ~ 0.30	0.25 ~ 0.30	0.20 ~ 0.24	0.20 ~ 0.24	0.70 ~ 0.80
Manganese, ppm	44	44	44	44	44	44
Copper, ppm	11 ~ 25	11 ~ 25	11 ~ 25	11 ~ 25	11 ~ 25	11 ~ 25
Zinc, ppm	70 ~ 80	70 ~ 80	70 ~ 80	70 ~ 80	70 ~ 80	70 ~ 80
Iron, ppm	100	100	100	100	100	100
Added selenium, ppm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Added cobalt, ppm	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Added iodine, ppm	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Total vitamin A, IU/kg DM	9,912	9,912	9,912	7,709	7,709	7,709
Added vitamin D, IU/kg DM						
Minimum	1652	1652	1652	1652	1652	1652
Maximum	2,423	2,423	2,423	2,423	2,423	2,423
Total vitamin E, IU/kg DM	66	66	66	77	77	77

光泉廠農通訊(101)

<http://www.kuangchuan.com/09Life/Life05.aspx>