

添加維生素對乳牛繁殖功能的影響

蔡維茶 專員編譯 祥園實業股份有限公司動物營養部

以亞洲區來說，酪農業的生產方式，是以高密度的集中飼養為主，在這樣的情況下，我們還是希望可以完全發揮乳牛的遺傳潛力，實現生產目標。然而，在亞洲，以限制乳牛生產的因子來說，主要還是因為缺乏良好的飼料品質。乳牛生產後，泌乳期前三週的乾物質採食量，比泌乳末期少約 15%，尤其以分娩後幾天之食慾最差，乾物質採食量最低。因此屬於發酵性的能量來源，會是較安全，可以列入飲食的考量。在轉換期及泌乳期（同時發生在重新配種期），營養的管理策略，會很明顯的影響到生育及繁殖力，因此這個策略的制定，主要是用來降低與高產乳量緊迫有關的代謝性疾病風險。

生物素對蹄部健康的影響

以整個亞洲區來說，乳牛高度集中飼養在水泥地及管理系統，會對乳牛的行動造成限制，導致蹄部疾病普遍的產生。而跛蹄的產生，會造成小牛的出生及授精的間隔時間拉長。最近 Sogatad 博士等人觀察到，在第一泌乳期時，乳牛蹄部出血，會造成小牛生產的時間拉長，而且年紀較大乳牛的白線裂傷也增加重配種機率。一般來說，跛蹄的乳牛會比蹄部健康的乳牛，流失更多的體重，並且減少採食的時間。Melendez 等也同時發現，無症狀的蹄葉炎，也會造成懷孕率降低。這些作者指出，如果乳牛蹄部疼痛，會使得發情期的表現更加的困難。

在最近的文獻回顧裡，提到營養影響乳牛蹄部完整性時，都會強調水溶性維生素及生物素所扮演的角色。生物素對於上皮細胞的分化是相當重要的，而上皮細胞，是角質及蹄部角質組織增生時所需要的。在這幾年的研究及實際應用均顯示，生物素對於改善豬和馬的蹄部健康，都有很成功的經驗。Higuchi 及 Nagahata 證明，增加血中生物素的濃度，與降低腳底角質組織內的水分，有很高的關聯。乳牛臨床研究顯示，有蹄葉炎症狀的牛隻，其血中生物素濃度明顯較低，生物素對於改善趾間皮膚炎、腳底挫傷、潰瘍、腳底出血、垂直裂傷及肉牛的冠狀帶損傷，是很有利的影響。然而添加生物素，對乳牛蹄部健全影響最有利的證據，是來自對白線疾病的研究。Midla（1998）等，在美國的研究顯示，產小牛

以後的 100 天到哺乳期，每天添加 20 mg 的生物素，可以很明顯的改善白線病的盛行率。

在英國的 5 個酪農場，有超過 1,000 頭的乳牛，於泌乳期時每天都添加 20 mg 的生物素，可以很明顯的看到，因為罹患白線疾病，而造成臨床上跛行的機率降低了一半，持續添加生物素 130 天之後，有添加生物素的與沒有添加生物素的組別，可看出明顯差異，主要是因為所有的白線，都已經被更健康的角質取代，這樣的變化是需要時間來證明的。我們進一步的來看，補充生物素的乳牛，同一隻蹄部需要重複治療的，只佔了 17.5%；但是沒有補充生物素的乳牛，同一隻蹄部需要重複治療的卻佔了 30%；而這樣的結果也顯示出，添加生物素，是可以促進蹄部復原的。

Fitzgerald 等，在 2002 年時，提供了大量的試驗證明，在潮濕的條件下，添加生物素，對於蹄部疾病的影響。在這個雙盲試驗（為求客觀的實驗結果，不受實驗者主觀性觀察的影響，必須消除先入為主的想法，因而有所謂的「雙盲試驗」。也就是試驗時，並不知道哪一組是有添加生物素的）中，超過 2700 頭的乳牛，在這個試驗中，每天都添加 20 mg 的生物素，並且持續使用超過 13 個月（圖 1）。共有 10 個乳牛群是試驗組，也就是有添加生物素的；另外 10 個則作為控制組，也就是沒有添加生物素。在移動評量的評分中，有添加生物素的乳牛群，比沒有添加生物素的乳牛群表現的要好。在熱帶性氣候的澳洲，於夏季潮濕期間，有補充生物素的乳牛群，跛蹄的情形也明顯的減少。

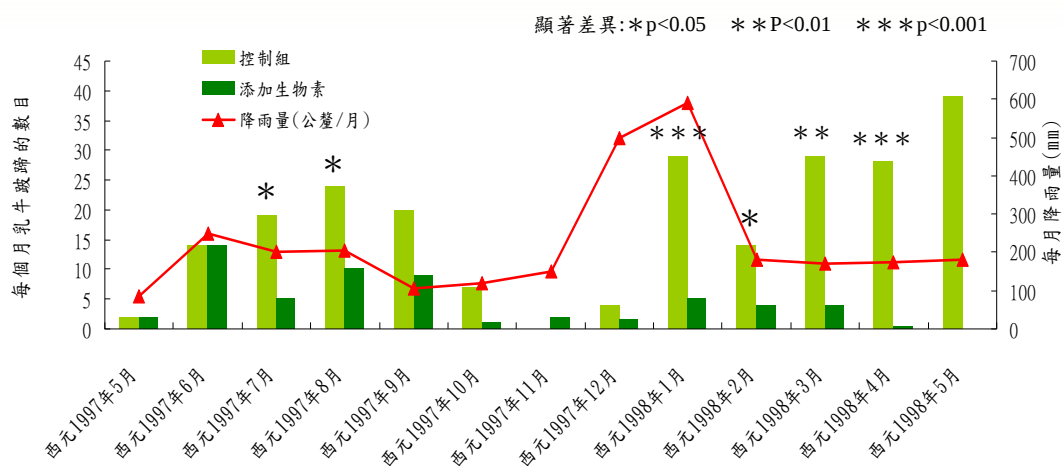


圖 1、每月評估添加生物素對於泌乳期乳牛的影響

預防低血鈣症－維生素 D 的補充

文獻指出，在產後到下次懷孕前，子宮必須回復到未懷孕的狀態，因此子宮內膜需要新生，並且排除子宮內細菌感染的情形，如此才能使卵巢周期活動，重新回復。血漿中適當的鈣離子濃度，有助於肌肉纖維的活動及免疫反應，而血中鈣離子濃度，則會受到維生素 D 代謝的影響，平均有 5-10% 的乳牛會死於產乳熱，然而某些個別的場次，死亡率甚至會高達 30%，即使是產乳熱發生率低的場次，也不一定就表示沒有低血鈣症，只是沒有表現出臨床症狀而已，在生下小牛以後，不論低血鈣症是否會造成臨床症狀，都會減少乳牛平滑肌及骨骼肌收縮的能力，如果是年紀較大的乳牛，往往會造成難產及子宮脫垂的情形。

Meldendez 等的報告指出，血漿中鈣離子的低濃度，與胎衣滯留的發生率有關，因此強烈認為，血漿中鈣離子濃度是影響子宮內膜，在生產後是否排除乾淨的重要因素。此外，乳牛在產小牛時，若免疫力下降，也容易造成胎衣滯留。另外，Whiteford 及 Sheldone 也觀察到，與正常乳牛相較，發生子宮內膜炎的乳牛，通常合併有低血鈣症的比例，會比較高。

紐西蘭近來的研究，McDougall 等，評估超過 2500 頭的乳牛，在生產後子宮內膜炎的情形，差不多有 20% 的乳牛，被檢查出有嚴重的感染，但是並沒有給予治療，就直接進入常態的繁殖計劃，其中有 30% 的乳牛，是有嚴重感染而且無法懷孕；相較之下只有 7% 的乳牛，牠們的子宮是完全乾淨沒有感染的，在這些嚴重感染的乳牛群裡，由配種到懷孕，需要花 45 天的時間；子宮乾淨沒有感染的乳牛，配種的天數只需要 20 天。同樣的，在美國的研究顯示，有子宮內膜炎的乳牛，再次懷孕的間隔時間會拉的比較長（151 天 V.S. 119 天）。子宮的疾病，例如胎衣滯留及感染，也同時會造成荷爾蒙分泌不正常的風險，導致排卵延遲，及多囊性卵巢症的發生。

Kamgarpour 等（1999），在先前的觀察有提到，乳牛如果有無臨床症狀的低血鈣症，在產後的 15、30、45 天時，排卵卵泡會比較少，且血中黃體素濃度會明顯的比較低，血漿中鈣離子濃度的減低，會影響腸胃的蠕動性，也會影響到瘤胃及皺胃蠕動的頻率及幅度。在生小牛以後，採食量的維持是相當重要的，產後能量平衡如果是負的，會導致酮病的發生，並且減少繁殖成功的機率。

維生素 D 的添加、維生素 D 對於鈣離子體內平衡的代謝、及維生素 D 用來預防低血鈣症的方法，在與馬相關的期刊中可以看到，這些專家認為，當代謝產物導致在一般動物體內，可以有較多的鈣離子吸收時，這對於生產小牛時增加骨質的重吸收，是相當重要的。

然而，維持鈣離子的體內代謝平衡及促進鈣質的重吸收，這在一般動物身上較難主動產生。有人建議，在產前結合維生素 D 代謝運用的飲食控制，可以使得鈣離子的吸收與運用更有效果。飲食控制主要傾向在產小牛前，利用氯化物及硫酸鹽，減少飲食中陽離子/陰離子的差異（DCAD）。最近我們實施一系列大型的實驗，主要是添加 25-OH 維生素 D₃ 到陰離子鹽及氯化鎂中。一般來說，乳牛尿液中的 pH 值，可預測分娩後乳牛血鈣的含量。當待產母牛尿液 pH 值為 7.0~8.0，母牛分娩後會有低血鈣的症狀；但是如果待產母牛尿液 pH 值為 5.5~6.5，則母牛分娩後的血鈣會是正常的。因此在這些試驗中我們會以尿液 pH 值來作為監測。

維生素 D 預防低血鈣症的試驗證據

試驗一（Elliott 等，2006）

這個研究，主要是針對未哺乳的乳牛，在特定的飲食條件下，觀察陰陽離子的平衡，是否會影響血中巨量礦物質的濃度，以及影響巨量礦物質由尿液中排出。在這個實驗中，我們觀察乳牛每天添加 5 mg 的 25-OH 維生素 D₃，與不添加的差異，而添加氯化鎂，則明顯的降低尿液中的酸鹼值，由 pH 7.1 降到 pH 6.2，如果只有添加 25-OH 維生素 D₃，並不影響尿液中的鈣離子濃度，添加氯化鎂，明顯的增加了尿液中鈣離子濃度（增加了 75%，超過控制組）及磷的濃度（增加了 65%），同時添加氯化鎂及 25-OH 維生素 D₃，很明顯的增加了尿液中鈣磷濃度，鈣離子增加了 162%，磷增加了 105%，遠超過了控制組的數值（圖 2）。

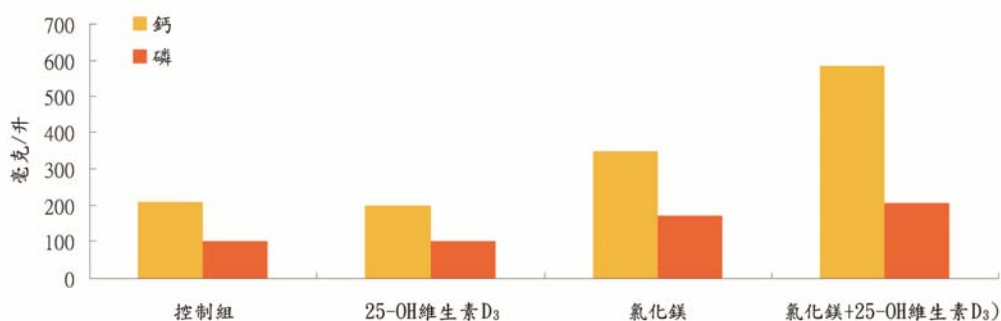


圖 2、添加 25-OH 維生素 D₃、氯化鎂及氯化鎂+25-OH 維生素 D₃，對尿液中鈣磷濃度的影響

試驗二（Bryant 等）

觀察添加 25-OH 維生素 D₃ 時，有添加氯化鎂或沒有添加氯化鎂的影響，給予的方式是在乳牛生產前 10 天，經由提供水溶性藥物治療時給予。由水提供添加氯化鎂，可以降低尿液中的酸鹼值，從未添加時的 pH 7.8 降到 pH 6.0。乳牛生產後，這兩個試驗組別不論有沒有添加氯化鎂，血中的鈣離子濃度都會下降；然而，持續同時添加氯化鎂及 25-OH 維生素 D₃ 的乳牛，其血中鈣離子濃度，會比常態要來的高。從生產前到生產，有添加氯化鎂的，尿液中鈣離子濃度會增加 83%；添加氯化鎂及 25-OH 維生素 D₃ 的，尿液中鈣離子濃度會增加 117%。（圖 3）

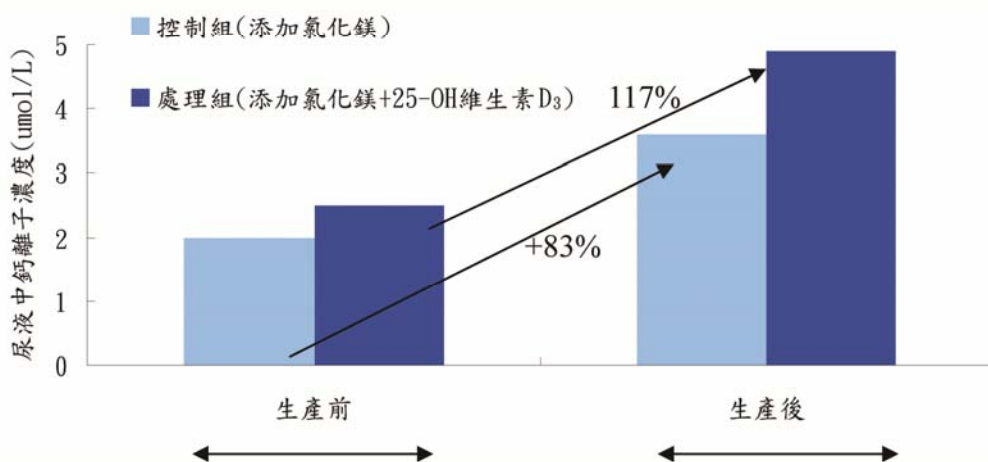


圖 3、乳牛生產前到生產尿液中鈣離子濃度的變化

試驗三

兩個不同場別的乳牛，生產前投藥兩個星期（處於潮濕環境兩個星期），也同樣添加氯化鎂及 25-OH 維生素 D₃。在治療處理前，乳牛尿液中的酸鹼度高於 pH8，雖然添加了氯化鎂，及氯化鎂和 25-OH 維生素 D₃，明顯的降低尿液中的酸鹼值，但是降低的程度很小，尿液 pH 值並沒有達到理想範圍的 pH 6.0~pH 6.5。如實驗結果顯示，不論是單獨添加氯化鎂，或者添加氯化鎂及 25-OH 維生素 D₃，在乳牛產小牛後，對血中鈣離子濃度，並沒有顯著的幫助，尤其是控制組血液中鈣離子濃度，是低於正常值（2.18 mmol/L）的（圖 4、圖 5）。

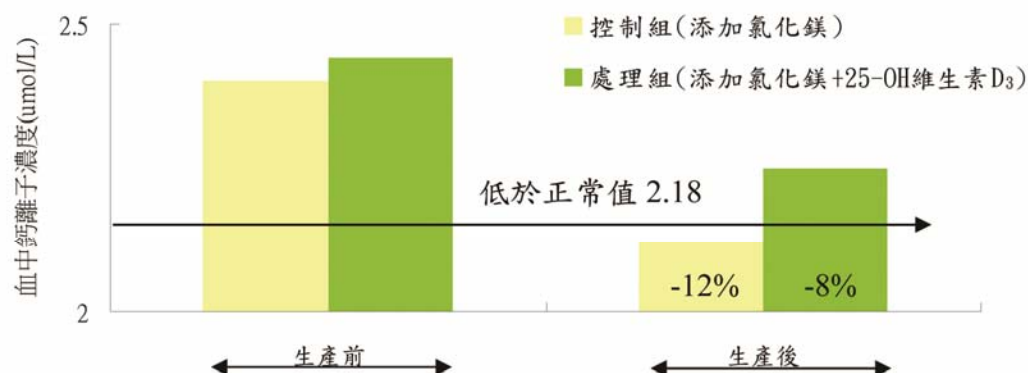


圖 4、乳牛在生產前以及生產後，血中鈣離子濃度

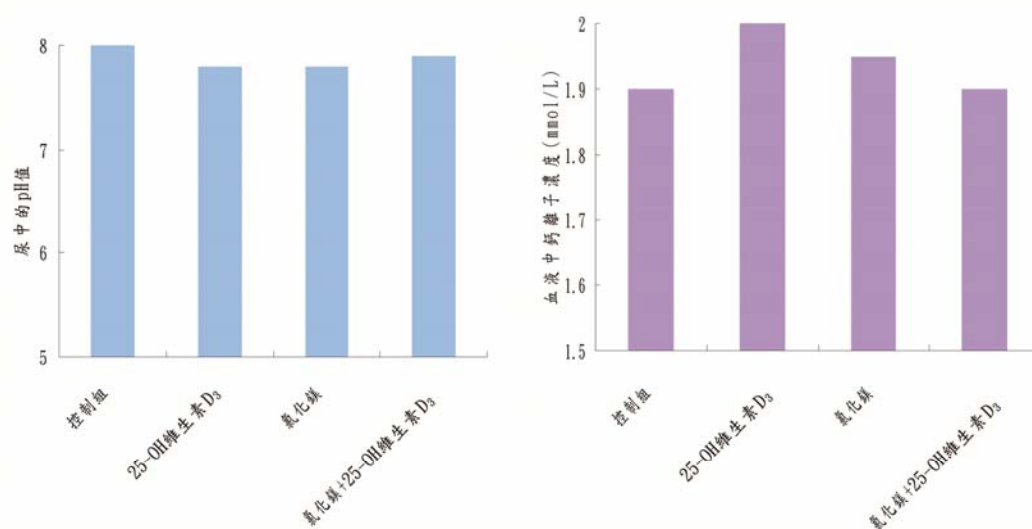


圖 5、乳牛產完小牛 14 天後，尿液中的 pH 值及血中鈣離子濃度

在全牧草飼養生產的系統中，乳牛產小牛前，鉀離子的負荷是非常高的，因此不易發生代謝性酸中毒。飼料像是玉米青貯料、高纖維的乾草/稻草、啤酒粕、穀物粉料及棕櫚粕，都可以幫助降低血中鉀離子，因為這些飼糧可以提供陰離子鹽類，影響並改變乳牛的代謝。在亞洲區域，缺乏以含有高蛋白的綠色草料，作為乳牛飼糧的提供，這表示在產小牛前，飲食中陽離子/陰離子差異，比較不會那麼明顯，因此在短時間內（10-14 天），添加陰離子鹽類及 25-OH 維生素 D₃，對於產小牛以後維持血中鈣離子濃度，是很有益處的。

β-胡蘿蔔素對繁殖性能的影響

由於牛無法自行合成維生素 D 及 A，因此直到合成維生素 A 的出現，並且運用在商業料之前，反芻動物都是依賴胡蘿蔔素來獲取他們所需要的維生素 A。由胡蘿蔔素進行生物合成，形成維生素 A，多半發生在小腸黏膜。目前認為，飲食中 1 mg 的 β-胡蘿蔔素，相當於乳牛所需要的 400 IU 的維生素 A。脂溶性維生素 A 及 E 在血液中的濃度，在管理良好的乳牛場中，已經廣泛的被研究。根據報告，血液中平均濃度的減少，被認為與初乳及哺乳的開始有關，不過對於 β-胡蘿蔔素的血中濃度，則是沒有影響的。最近 Katsoulos 等，提供了一份資料，有關 β-胡蘿蔔素在哺乳期中的血液含量（圖 6）。β-胡蘿蔔素，在最近幾年被認為扮演著可以改善乳牛繁殖力的角色，而 β-胡蘿蔔素也是必需維生素 A 的前驅物。

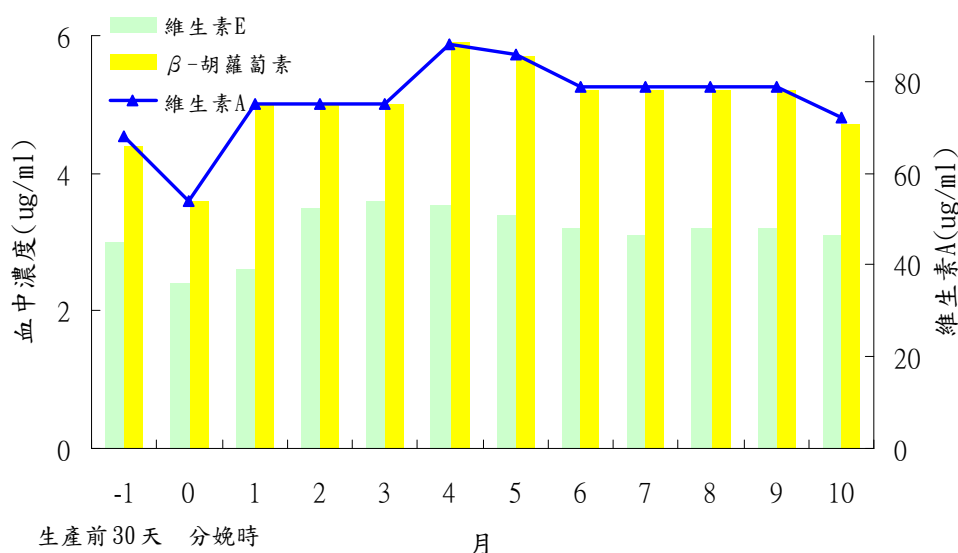


圖 6. 乳牛生產前 30 天到分娩，及哺乳開始到泌乳期結束，每個月(1-10)的血中 β-胡蘿蔔素、維生素 A 及 E 的濃度

β-胡蘿蔔素對黃體與黃體素的影響

Graves-Hoagland 等觀察到，在體外試驗中，黃體細胞所產生的黃體素，會因為 β-胡蘿蔔素的不足而減少，這個試驗，再次證實了 Ahlswede 及 Lotthammer 先前的研究，也同樣的顯示了黃體素分泌的減少，可能是由於 β-胡蘿蔔素補充的不足，而不是維生素 A。所有生物功能，都是有許多多樣性因素會相互影響的，牛的繁殖力當然也不例外。有許多證

據都顯示， β -胡蘿蔔素攝取的不足，會影響到乳牛的繁殖力。荷爾蒙的平衡，或許也會影響到乳牛的繁殖力，關於這一點，Schams 及 Tekpetey 等觀察到，如果缺乏 β -胡蘿蔔素，很明顯的會使形成黃體的荷爾蒙高峰期，及排卵的間隔增加，此外在報告中也指出，攝取足夠 β -胡蘿蔔素，對於增加分泌荷爾蒙細胞的壽命，並且延長它們活力的週期是必需的。而 β -胡蘿蔔素特有的抗氧化性，對於乳牛在整個生小牛時的產程中，可以維持在最理想的健康狀態下，是很重要的。

β -胡蘿蔔素對胎衣滯留及卵巢機能的影響

Michel 等（1990）發現，有補充 β -胡蘿蔔素的乳牛，發生胎盤滯留的機率會減少，而 Lotthammer（1979）等也指出，在許多實驗中顯示，如果乳牛缺乏 β -胡蘿蔔素，多囊性卵巢症有很高的發生率，此外這些實驗也證明了， β -胡蘿蔔素可以加強免疫反應及白血球的功能，並且減少乳牛在分娩時的疾病發生率。

β -胡蘿蔔素及維生素 E 抗氧化的特性，對於卵巢的機能，也同時扮演了很重要的角色，在日本，Sekizawa 等也觀察到，黑牛血液中， β -胡蘿蔔素及維生素 E 的濃度如果比較高，可以收集到數目較多，並且品質較好的卵子（表 1）。

表 1、血中維生素濃度及卵子收集的結果

	β -胡蘿蔔素濃度 ($\mu\text{g}/\text{dl}$)		
	<50	50-100	>100
頭數	39	43	36
採集的卵子數	8.5 $\pm$ 8.0	11.3 $\pm$ 9.7	14.6 $\pm$ 10.3
正常的卵子數	3.6 $\pm$ 5.0	6.1 $\pm$ 6.6	7.2 $\pm$ 7.0
維生素 A(IU/dl)	76.6 $\pm$ 21.7	73.3 $\pm$ 16.1	84.6 $\pm$ 17.1
維生素 E($\mu\text{g}/\text{dl}$)	65.8 $\pm$ 10.8	71.6 $\pm$ 30.1	64.3 $\pm$ 10.0
β -胡蘿蔔素($\mu\text{g}/\text{dl}$)	30.6 $\pm$ 6.4	72.3 $\pm$ 14.6	171.0 $\pm$ 64.6

β -胡蘿蔔素對生殖力的影響

最近，我們在中國進行了很嚴謹的實驗，關於補充 β -胡蘿蔔素，對於乳牛生殖及繁殖健康的影響，在中國的飼料品質是很粗劣的，主要是由玉米桿、玉米桿青貯料及稻草組成，還有少量當地產的乾草，或者進口的紫苜蓿。使用新鮮的牧草，在當地是非常受到限制的。我們進行了四個實驗，主要是以高產量的荷蘭牛為主（7,000-9,000 公升/泌乳期），雖然乳

牛在產乳時，有相當長的一段時間，都接受近乎一樣的飼糧，但是在泌乳期結束後，血液中 β -胡蘿蔔素的數值，變化範圍仍相當大（圖 7）。

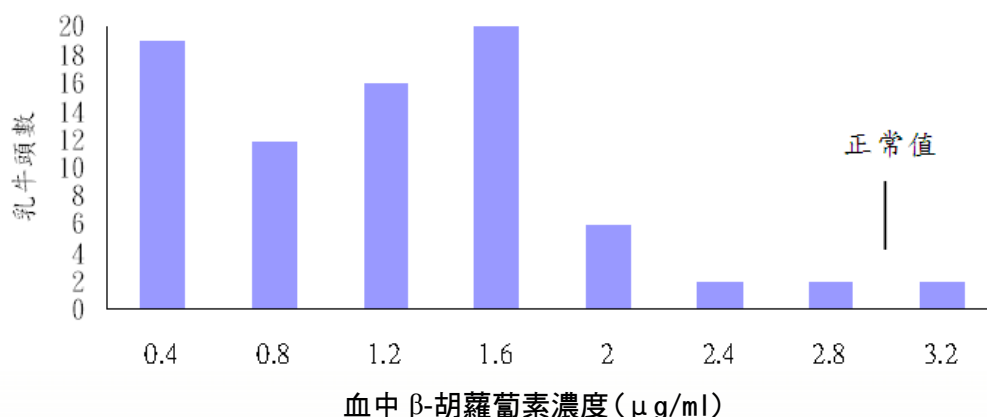


圖 7、泌乳期乳牛血中 β -胡蘿蔔素濃度的變化

在 78 個乳牛樣本裡，只有 4 個樣本的血液中 β -胡蘿蔔素，有超過 $2.5 \mu\text{g/ml}$ 。沒有一個樣本的血中 β -胡蘿蔔素濃度，是有超過最理想的血中濃度數值 ($3.5 \mu\text{g/ml}$)。 β -胡蘿蔔素的補充，最明顯的反應就是可以改善乳牛的生殖力，其中，最明顯的就是在所有的實驗中，減少胎衣滯留的發生率，這個結果，在先前 Michal 等（1994）的實驗中，也是有觀察到的（表 2）。

表 2、添加不同胡蘿蔔素濃度對分娩疾病及生殖力的影響

實驗一	第一次發情日	胎衣滯留(%)
控制組	80	40.9
300 毫克/天	84	25
500 毫克/天	72	34.8
實驗二	第一次發情日	胎衣滯留(%)
控制組	79	27
300 毫克/天	76	19
500 毫克/天	71	18

在先前的研究中，清楚的描述胎衣的滯留，會導致乳牛在生產小牛時的免疫力較弱，而且很明顯的初乳中免疫球蛋白也會比較低。有趣的是，Lotthammer（1979）等在早期的報告中也指出，如果小牛出生時，母牛血中 β -胡蘿蔔素濃度較低，會使小牛體內免疫球蛋白

白較低，導致腹瀉及身體不健全的機率較高。免疫球蛋白的數量，可以藉補充 β -胡蘿蔔素來改善，而且也可以明顯降低乳腺炎的發生。目前已經有很明確的證據顯示， β -胡蘿蔔素在特定的器官轉變為維生素 A，像是子宮、乳腺及卵巢，可以改善乳牛的健康及繁殖力。雖然也有報告指出，補充 β -胡蘿蔔素，對於改善生殖力的影響是沒有效的，但很明顯的，這些添加 β -胡蘿蔔素的實驗，其實是做在生產小牛以後的多個不同時間點，為了要達到 β -胡蘿蔔素的最佳影響力，應該在產前的 21 天到生產小牛時， β -胡蘿蔔素就必須要持續開始補充。

由觀察結果顯示，從生小牛前三周，每頭乳牛每天補充 300 mg β -胡蘿蔔素，一直持續到下次懷孕，這個建議已經被廣泛的接受了。最近在歐洲、美國及泰國也有許多研究顯示，這樣的處理方式，對於改善乳牛的生殖力，是非常有正面影響力的（表 3）。

表 3、目前對於改善配種成功率，所建議的乳牛飼糧最佳維生素營養

維生素 A	分娩前 3 週，75,000-100,000 IU/天 泌乳期間，100,000-150,000 IU/天
維生素 E	分娩前 3 週，3,000 IU/天 泌乳期間，1,000 IU/天
維生素 D	分娩前 3 週，25,000-35,000 IU/天 泌乳期間，30,000-50,000 IU/天
25-OH 維生素 D ₃	在分娩前 10 天到產小牛後，結合因為飼糧所造成的陰陽離子差異，使尿液 pH 值可以低於 7.0，5 毫克/頭/天
生物素	在處女牛及經產牛全期添加，20 毫克/天
β -胡蘿蔔素	在產小牛前的三週開始直到下次懷孕前，300 毫克/頭/天

結論

綜觀上述原因，我們可以知道對乳牛的繁殖性能而言，營養是相當重要的一環，從生物素影響乳牛蹄部健康、維生素 D 預防低血鈣所造成的產乳熱，及 β -胡蘿蔔素對荷爾蒙分泌的影響，都可以知道這幾種維生素，對乳牛繁殖力的影響很大，而且試驗結果也顯示，維生素應該在事前補充，才能發揮真正的效益，正所謂預防重於治療。

資料來源出處：

By Dr Robert Elliott, DSM Nutritional Products, Level 2, Building 8, 49 French's Forest Road, French's Forest, NSW 2086, Australia.