



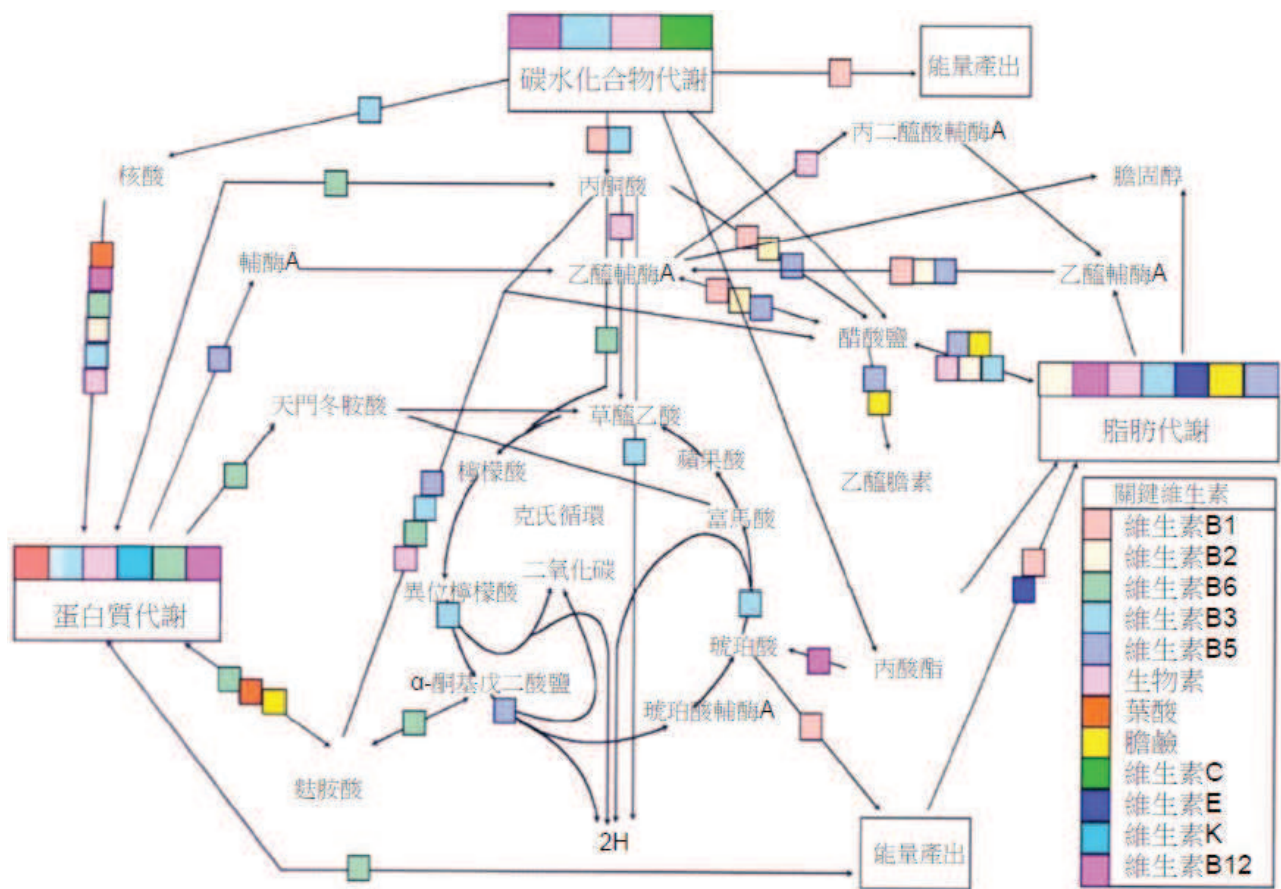
如何保持預拌劑中，營養份的穩定效果

技術服務部 / 黃世誠 / 編譯 / 台灣大學動物科學技術學系畢業

維生素及微量礦物質一直以來都是固定添加於各種動物飼料中，並且在動物體的各种生理反應、生長表現及經濟產能的貢獻等都扮演著相當重要的角色(如圖一)，而這些微量且重要的營養份在完全飼料中，卻僅佔相對低的成份比例及成本，為了追求經濟動物的高產能表現時，在符合相關法規的前提下，總是能夠提高營養濃度，以期達到更高的經濟產能(Mavromichalis, 2016)。如今價格動盪，維生素成本跟著水漲船高的時代，過去的相對低成本似乎已經回不去了。然而，維生素及微量礦物質因為添加量較少，往往都是以預拌劑/精料型式先行備製好，以方便畜主操作使用，但維生素卻是一種容易受到外在環境因素、生產製程及保存條件而造成力價減損的敏感性營養物質。預拌劑及動物飼料配方中所含的維生素往往暴露於高鹼性、高吸濕性及含有高量礦物質的狀態，容易削弱維生素的穩定性(Mike, 2014)。因此在這個原料不再是大俗貨的年代，想要維持動物的良好生長表現，在預拌劑及動物飼料配方中，如何確保維生素的效果，一直以來都是相當重要的課題。

飼料中不安定的維生素

維生素很容易受到光、熱、濕度、酸鹼度及金屬鹽類的交互作用而造成力價減損，而且由於不同的飼料生產製程，如打粒、擠壓及膨發等的嚴苛環境條件下，維生素力價更是會加速損耗(Gradient, 1986; Coelho, 2002; Altemueller, et al., 2009)，即使是存放時間也會影響維生素的力價留存。而飼料預拌劑在生產完成後，如果無法立即使用完畢，經過長時間存放力價也會持續默默地減損。以溫度來說，維生素的力價損耗速率會隨著溫度而增加，在較冷的冬季，維生素的損耗可以忽略不計，但當溫度每上升25°F(約15°C)維生素力價損耗潛力約略增加1倍。此外，礦物質的存在則會加速維生素的力價損耗，其中硫酸鹽因為具有較高的溶解度，對維生素的損耗能力最大，例如：維生素A預拌劑中存在礦物質，每月將增加2~8%的耗損(Mike, 2014)。



圖一、維生素作用於動物新陳代謝的關係路徑圖

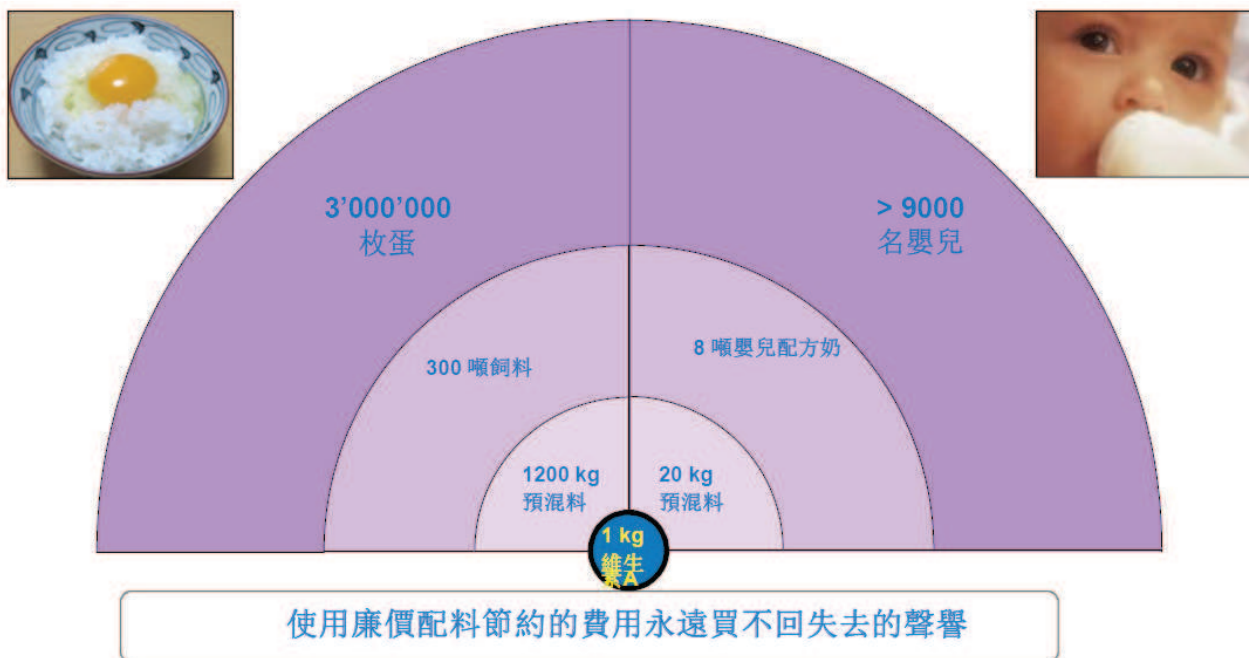
維生素原料的保護

為了避免維生素在飼料製造過程中的力價減損，維生素原料製造往往會利用適合各種維生素分子的化學及物理方法，來保護並產生較穩定的原料形式(Altemueller, et al.,2009)。

一化學穩定化：將維生素分子結構中具有高度反應活性的官能基，利用化學反應來產生反應活性比較不活潑的結構。例如：維生素A、E及C等結構中的羥基(氫氧基)透過酯化反應，將外露的羥基轉化為醋酸酯類，使得分子反應性降低，形成比較不容易自然氧化降解地型態。

一物理保護包埋：將維生素分子以其他中性物質包圍來隔絕氧氣及其他敏感性因子的接觸，進而減少維生素力價的減損。例如：維生素A及D3利用澱粉-明膠乳劑交聯微粒來包圍，以阻隔外界的濕氣、光、熱及金屬鹽類等敏感性因子的影響。

這些都是目前維生素商品的常見保護措施，也是讓維生素原料能夠在使用操作時依然保持良好狀態的產品型式，而包覆劑型雖然能夠良好的保護維生素，但包覆技術的好壞，卻容易造成維生素原料在操作使用上，產生流動性、靜電性及生物利用率等問題，因此在挑選維生素原料時，還需注意是否能夠在原料品質及生產操作上同時兼顧，否則這些僅占微小含量的維生素原料，可是會造成終端產品極大的影響，以維生素A為例(如圖二)，1kg的維生素A，可以生產成超過1,000kg的預拌劑，並且能夠製造成超過300噸的完全飼料，而這些飼料若供給蛋雞食用，最終會影響超過1,000,000顆雞蛋，所以精選合適且優質的維生素原料，是很重要的關鍵，也才能為客戶創造最大的成果表現。



圖二、原料品質的放大影響效應。

維生素力價檢測的指標—維生素A

商業上常見的預拌劑中，維生素加礦物質是必然的組合。因此，在預拌劑中，縱使我們挑選了良好劑型的維生素原料，可有效獲得力價減損改善，但為了確保動物能夠維持正常生理表現及經濟產能，維生素依然是需要被保證力價。然而眾多的維生素品項，若要逐一化驗，雖然可行且較為準確，但過程不僅曠日費時也耗費許多額外成本，所以如何挑選具指標性地維生素來作檢測，又是一大關鍵。在Shurson, et al.(2011)的研究中，利用維生素-無機礦物質預拌劑(VITM)中維生素力價減損、維生素力價檢驗成本及維生素對於濕度、氧化還原、光、溫度、酸鹼度、金屬鹽類等外在因素的敏感度來綜合評分(Coelho, 1991)。VITM力價減損，從最嚴重到最輕微來依序排名；維生素化驗成本以最低到最高來排名次；敏感性評分，依照維生素對各種因子敏感度：非常敏感=1、敏感=2、輕度敏感=3、可耐受=4，依此分數總和從最低到最高來依序排名，整理數據如表一。依照表一數據比較結果顯示，在預拌劑中力價減損嚴重，且化驗成本較低，又易受敏感因子影響的維生素A，會是最適當的指標維生素(Shurson, et al., 2011)。由此試驗結果，當我們想了解維生素力價在預拌劑中是否還維持相當水準時，可藉由維生素A的力價化驗數值來作為此預拌劑產品中維生素品項力價參考指標，是一個較有效率、也較為簡便的方法。

表一、VITM力價減損、維生素化驗成本及敏感因子的綜合排名

項目	維生素化驗成本	VITM 力價減損	敏感因子	總和排名
	排名	排名	排名	
A	3	2	2	1
D3	13	8	2	9
E	10	12	10	13
K3	12	1	1	3
B1	2	4	6	2
B2	1	11	9	7
B6	7	3	8	5
B12	11	5	2	4
菸鹼酸	4	9	13	12
泛酸	7	13	6	11
葉酸	9	6	5	6
生物素	5	10	10	10
膽鹼	6	7	10	8

預拌劑中維生素及礦物質

有相關研究指出，純維生素預拌劑，本身已經有些微的力價減損狀況(每月約0.04~2.0%)，若預拌劑中同時含有礦物質或膽鹼，則維生素的力價減損狀況會更明顯、更為劇烈(Coelho,2002)。因此製作維礦預拌劑或精料產品，如何保有維生素的力價直到畜主使用及讓動物吃入口，一直以來都是飼料配方的一大考驗。而在Shurson, et al.(2011)的研究中，利用商業常見的飼料配方濃度比例，維生素以NRC營養指標的200%及母豬營養標準的礦物質濃度配製成每噸飼料添加5公斤規格的純維生素預拌劑(VP)、維生素-微量無機礦物質預拌劑(VITM)及維生素-微量胺基酸礦物質複合物預拌劑(VCTM)等三種預拌劑，並且VP、VITM及VCTM都添加有膽鹼，而賦型劑及抗氧化劑種類相同，來進行不同預拌劑類型中的維生素力價試驗。三種預拌劑及使用的維生素原料留樣，維持在約30.8°C的室溫中貯存120天，完成預混當天及每隔30天取樣化驗並記錄結果。試驗結果顯示在VITM中的維生素力價衰退最為劇烈，其中又以維生素K3的10.16%、維生素A的8.97%及維生素B6的8.64%最為嚴重，與VP及VCTM相比都有極顯著的差異(P<0.01)(如表二)。透過表二的數據結果顯示，在維礦預拌劑中使用胺基酸礦物質比使用無機礦物質，可以顯著性地減少維生素力價減損達40~55%(Shurson, et al., 2011)。因此，若能在配方中，利用胺基酸礦物質來部分取代無機礦物質使用量，不僅能夠促進動物對礦物質的吸收利用效率，依相關研究結果顯示還能有效地減低維生素在預拌劑中的力價減損。

結論

預拌劑產品在使用及推廣上，從來都沒有冷卻過，但維生素的力價維持一直是配方人員及飼養者很重視的問題，尤其是在國際市場價格劇烈波動之時，相關原料的選用更是需要仔細琢磨。因此若能選用胺基酸礦物質來部分取代無機礦物質與維生素來配製成預拌劑產品，不僅可以促進動物體地吸收利用，還能顯著地降低維生素的力價減損，更能確保直到動物食用之前，還能有足夠有效力價，且食用之後也能夠期望維持較佳的生長表現。而維生素的力價檢測，則可利用維生素A化驗來作為維生素相關產品的指標性參考，如此可節省較多時間及成本，也能夠更有效率的確保維生素力價。總之，為了動物的經濟產能及預拌劑產品的期望效果，該如何精選使用原料才是大家最重要的工作。

表二、在120天留存試驗中，維生素預拌劑及不同維礦預拌劑中的維生素平均月耗損率(%)

項目	維生素原料留樣	純維預拌劑 維&無機礦預 維&胺基酸礦預拌劑			SE
		(VP)	拌劑(VITM)	(VCTM)	
A	0.74	3.50 ^a	8.97 ^b	3.07 ^a	1.06
D3	0.00	3.02	4.48	2.68	1.06
E	0.88	1.61	1.12	1.39	0.63
K3	0.00	6.01 ^a	10.16 ^b	2.23 ^c	0.53
B1	0.00	2.64 ^a	7.90 ^b	4.08 ^c	0.36
B2	0.00	3.33	2.74	2.69	0.66
B6	0.32	5.87 ^a	8.64 ^b	4.94 ^a	0.55
B12	2.82	2.05 ^d	5.43 ^e	2.32 ^d	0.83
鈣鹼	0.83	3.49	3.24	1.08	1.12
泛酸	0.00	0.00	0.00	0.06	0.64
菸酸	0.35	2.19 ^a	5.56 ^b	4.34 ^b	0.48
生物素	0.00	4.35	2.92	--	1.65
膽鹼	1.25	2.14 ^d	4.88 ^e	3.13	0.62

a,b,c 在取樣序列中，有極顯著性差異。(P<0.01)

d,e 在取樣序列中，有顯著性差異。(P<0.05)

參考資料：

Altemueller, U., Gadiant, M., 2009. Ensuring vitamin stability. <http://www.wattagnet.com/articles/356-ensuring-vitamin-stability>.

Gadiant, M., 1986. Effect of pelleting on nutritional quality of feed. Maryland Nutrition Conference Proceedings, College Park, MD, p.73.

Coelho, M.B., 1991. Vitamin stability in premixes and feeds: a practical approach. BASF Technical Symposium, Bloomington, MN, pp.56-71.

Coelho, M.B., 2002. Vitamin stability in premixes and feeds: a practical approach in ruminant diets. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, pp 127-145.

Mavromichalis, I., 2016. Understanding vitamin stability in animal feed premixes. <http://www.wattagnet.com/articles/26879-understanding-vitamin-stability-in-animal-feed-premixes>.

Mavromichalis, I., 2016. Stop wasting vitamins, trace minerals in animal feeds. <http://www.wattagnet.com/articles/25696-stop-wasting-vitamins-trace-minerals-in-animal-feeds>.

Mike, C. 2014. Factors that Affect Vitamin Availability in Feed and Premixes. 2014 Four-State Dairy Nutrition & Management Conference Proceedings.

Shurson, G.C., Salzer, T.M., Koehler, D.D., Whitney, M.H., 2011. Effect of metal specific amino acid complexes and inorganic trace minerals on vitamin stability in premixes. Animal Feed Science and Technology 163:200-206.